RELATÓRIO

Contexto histórico da mineração em Goiás



Organização:
PROF. DR. BRENO MENDES (UFG), 2024

SUDECO
SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO CENTRO-OESTE
FUNAPE
Fundação de Apoio à Pesquisa
Universidade Federal de Catalão
UFG
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
Universidade Estadual de Goiás
SIC
Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Serviços
GOVERNO DE GOIÁS
O ESTADO QUE DÁ CERTO

GOVERNO DO ESTADO DE GOIÁS - GO

SECRETARIA DE INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS - SIC

CONTRATO Nº 002/2022

Mapeamento de Oportunidades de
Crescimento do Setor Mineral em Goiás
2022-2042

GOVERNO DO ESTADO DE GOIÁS - GO
SECRETARIA DE INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS - SIC

PROF. DR. BRENO MENDES

RELATÓRIO FINAL – CONTEXTO HISTÓRICO DA MINERAÇÃO EM GOIÁS

GOIÂNIA

2023

ORGANIZADOR

PROF. DR. BRENO MENDES (UFG)

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

Relatório final [recurso eletrônico] : contexto histórico da mineração em Goiás / Breno Mendes (org.). - 2023.
21 p.

Bibliografia

ISBN:

1. História mineral goiana. 2. Desenvolvimento econômico de Goiás. 3. Atividade mineradora. I. Mendes, Breno, org.

CDU: 94(817.3)

Elaborada pela Bibliotecária Keyla de Faria – CRB-1/3227.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO 4
1 INTRODUÇÃO 5
2 1722-1822: A OPULÊNCIA DO OURO DE ALUVIÃO 5
3 1822-1930: A MINERAÇÃO FLUTUANTE 9
4 1930-1960: O ESTADO E A MODERNIZAÇÃO DA MINERAÇÃO 10
5 1960-1990: MINERAÇÃO E INDUSTRIALIZAÇÃO 12
5.1 As principais empresas de mineração em Goiás 14
6 1990-ATUALMENTE: A INTEGRAÇÃO ÀS REDES GLOBAIS DE MINERAÇÃO 15
7 A MINERAÇÃO EM GOIÁS: O LEGADO DO PASSADO E A RESPONSABILIDADE ÉTICA COM O FUTURO 17
REFERÊNCIAS 19

APRESENTAÇÃO

Este é o relatório final referente à pesquisa sobre o "Contexto Histórico da Mineração em Goiás" no âmbito do projeto "Mapeamento de oportunidades de crescimento do setor mineral em Goiás 2022-2042", cujo termo de convênio é o **Contrato 002/2022 – SIC, assinado em 13.06.2022.** A síntese historiográfica sobre o contexto histórico da mineração é importante para auxiliar na orientação do mapeamento de oportunidades, pois permite identificar problemas e equívocos cometidos no passado, a fim de ampliar os horizontes dos projetos de futuro. Desse modo, o relatório busca apresentar, em uma perspectiva histórica, tanto as contribuições da mineração para o desenvolvimento econômico-social do Estado de Goiás como os riscos e efeitos colaterais inerentes à atividade mineradora.

1 INTRODUÇÃO

O objetivo principal do contexto histórico da mineração em Goiás é oferecer uma síntese historiográfica e interpretativa acerca da atividade mineradora no estado. A metodologia buscou combinar a leitura de obras clássicas com abordagens mais contemporâneas sobre o assunto, especialmente no que diz respeito aos impactos socioambientais. Além disso, buscamos expor os resultados da pesquisa em uma linguagem acessível ao público em geral. O foco do relatório é um panorama sobre a mineração no período colonial até o período contemporâneo, destacando também as principais empresas do ramo que atuam em Goiás. Para fins didáticos, retomamos e modificamos as periodizações apresentadas por Palacín (1994) e por Gonçalves (2022), o que resultou em uma nova proposta: *1) 1722-1822: A opulência do ouro de aluvião*; *2) 1822-1930: A mineração flutuante*; *3) 1930-1960: O Estado e a modernização da mineração*; *4) 1960-1990: Mineração e industrialização*; *5) 1990 até atualmente: A integração às redes globais de mineração*.

2 1722-1822: A OPULÊNCIA DO OURO DE ALUVIÃO

A descoberta de ouro em Goiás remonta ao século XVIII no período colonial e foi decisiva para catalisar o processo de ocupação da região. Não por acaso, o período histórico ficou conhecido como *o século do ouro,* pois "foi o ouro que deu origem à Capitania de Goiás e determinou-lhe o progresso no século XVIII" (Salles, 1992, p. 13). Os primeiros achamentos aconteceram nas proximidades do Rio das Cambaúbas (atual Rio Vermelho), onde foi fundado o arraial de Sant'Anna, que posteriormente seria chamado de Vila Boa e, mais tarde, de Cidade de Goiás, capital do território goiano durante 200 anos. A descoberta de depósitos aluvionares em Minas Gerais (1690), Mato Grosso (1718) e Goiás (1725) despertou a atenção da Coroa portuguesa para a região do interior do país e, logo, as três capitanias citadas se constituíram como os principais filões auríferos do período colonial brasileiro[1]. Em linhas gerais, é possível afirmar que a atividade mineradora nesse contexto é fruto da convergência entre os interesses político-econômicos de Portugal e a iniciativa particular das bandeiras de prospecção mineral (Arrais; Oliveira; Lemes, 2019; Palacín, 1994; Salles, 1992).

Embora a bandeira de Bartolomeu Bueno da Silva, o Anhanguera, possa ser apontada como um

[1] "Goiás tinha duas grandes vantagens em relação ao Mato Grosso. Primeiro, o acesso era mais fácil. Segundo o cerrado goiano era bem menos insalubre que os pântanos sul-mato-grossenses, o que facilitava as jornadas e a fixação dos aventureiros. Assim, foi intenso o *rush* no novo centro aurífero da colônia" (Figueiredo, 2012, p. 492-493).

marco na fundação da capitania de Goiás, é importante destacar que a região não era totalmente desconhecida e que outras expedições já haviam estado no local que viria a ser o território goiano. Segundo os registros históricos, antes da expedição de Anhanguera em 1722, mais de duas dezenas de entradas, bandeiras e expedições jesuíticas passaram pelo território goiano, apesar de nenhuma ter se fixado. Em termos mais precisos, a bandeira de Anhanguera foi a primeira expedição a se fixar no território com objetivos de exploração econômica. Muitas vezes, a busca de materiais preciosos desencadeou conflitos étnicos violentos com os mais de vinte povos indígenas diferentes que habitavam o território goiano bem antes da chegada dos bandeirantes, especialmente os Caiapós ao Sul e os Acroás ao Norte. Historicamente os indígenas não demonstraram interesse pela extração de ouro, até porque alguns acreditavam que o metal transmitia doenças (Bertran, 1991; Figueiredo, 2012; Palacín, 1994; Palacín; Moraes, 1975; Silva, 2002).

A maior concentração aurífera da capitania de Goiás situava-se em torno da Serra dos Pirineus e da Serra Dourada[2]. Entretanto, diferentemente de outros locais da colônia, os achados auríferos goianos estavam espalhados por uma área extensa, algo que favoreceu a ocupação e o povoamento. Até 1750 houve a descoberta de ouro em diversos locais de Goiás, sendo que cada descobrimento era um estímulo para a fundação de novos arraiais e vilas, com destaque para a densidade mineradora dos seguintes locais: Maranhão (1730), Água Quente (1732), Traíras (1735), São José (1735), Cachoeira (1736). As últimas descobertas ocorreram mais ao sul em Carmo (1746), Santa Luzia (1746) e Cocal (1749). As regiões mineradoras mais importantes do estado eram Vila Boa, Traíras, Meia Ponte (hoje Pirenópolis) e Crixás. Nesse sentido, a definição do espaço mineratório em Goiás do século XVIII aconteceu basicamente entre 1726 e 1749, de modo que é possível dividir esse período em duas fases: a primeira marcada pelo nomadismo dos aventureiros e a segunda marcada pela fixação dos arraiais. Assim, a atividade mineradora dinamizou o surgimento de núcleos urbanos e o crescimento demográfico do território goiano. Inclusive, o chamado *século do ouro* consolidou uma importante mudança na configuração do espaço geográfico brasileiro, deslocando o foco do litoral e da atividade agrícola para o interior da colônia e para a atividade mineradora (Arrais, Oliveira; Lemes, 2019; Bertran, 1978; Figueiredo, 2012; Palacín, 1994).

Em um primeiro momento, grande parte da descoberta de ouro em Goiás acontecia ao acaso,

---

[2] O nome *Serra Dourada* remete ao "universo mental cercado pelo maravilhoso, no qual se multiplicavam histórias sobre míticas serras repletas de ouro e pedras preciosas. Por todo o século XVIII expedições saíam à procura das supostas riquezas dos martírios, ou das montanhas de prata, supostamente já identificadas por numerosos bandeirantes" (Arrais; Oliveira; Lemes, 2019, p. 15-16).

sem o emprego de técnicas científicas de pesquisa mineral. Ainda assim, os primeiros garimpeiros que se aventuraram na mineração goiana obtiveram acesso a uma considerável quantidade de ouro. Isso acontecia em virtude das características geográficas da região e de um processo geológico de grande extensão temporal, no qual, lentamente, os depósitos aluvionares escorreram das montanhas e se sedimentaram nos cascalhos dos rios no formato de ouro em pó. Possivelmente, isso ocorreu em um processo de longa duração, que se estendeu por milhares de anos. Com o passar do tempo, os mineiros goianos desenvolveram habilidades práticas para identificar a possibilidade da existência de ouro em uma localidade de acordo com a coloração da terra. Regiões com terra branca, verde claro ou azulada tinham boas chances de conter metais preciosos. Apesar disso, durante o período colonial, como os colonos não tinham conhecimentos técnicos aprofundados e a atividade mineradora estava baseada em fundamentos práticos, os resultados eram instáveis e a lucratividade era volátil. Ou seja, o empreendimento aurífero não tinha um desempenho regular. Nem sempre se produzia conforme o esperado e às vezes, inesperadamente, surgiam veios riquíssimos (Arrais; Oliveira; Lemes, 2019; Bertran, 1991; Salles, 1992).

No que diz respeito à força de trabalho, notadamente nos serviços braçais, o principal tipo de mão de obra empregado era a dos escravizados negros, uma vez que o uso de indígenas escravizados era ocasional e pouco comum. As condições de trabalho precárias com jornadas extenuantes favoreciam o desenvolvimento de doenças que à época eram graves, como hérnias e pneumonias. Por causa disso, segundo estimativas dos historiadores, o tempo de vida útil dos cativos trabalhadores na mineração não ultrapassava sete anos (Arrais, Oliveira; Lemes, 2019; Salles, 1992). “Tratados com negligência e frequentemente afetados por doenças e moléstias graves, a mortalidade era inevitavelmente alta entre os escravos da mineração” (Arrais, Oliveira; Lemes, 2019, p. 45).

Em resumo, havia três modalidades de exploração mineradora, as quais apresentavam graus de dificuldade crescente. A primeira e a mais básica em termos técnicos era a “mineração de cascalho”, que garimpava o ouro de superfície, conhecido como “ouro de aluvião”. Assim, uma vez que o metal precioso se mostrasse abundante à superfície da terra ou no leito dos rios, a atividade mineradora se concentrava na coleta mais simples e rápida. As bateias eram os instrumentos mais utilizados para separar o ouro do cascalho. A busca por resultados imediatos e a indiferença quanto à manutenção dos recursos explorados fizeram com que o elevado volume de lixo e de lama gerados pelo próprio garimpo soterrasse outros depósitos auríferos (Arrais, Oliveira; Lemes, 2019; Bertran, 1991; Salles, 1992).

A segunda modalidade era a mineração praticada nas margens dos rios sob a forma de grupiaras

e tabuleiros, a qual mobilizava mão de obra especializada. Isso porque envolvia não apenas perfurações cônicas, para extrair cascalho das encostas, como também o represamento e o desvio do curso de água por intermédio de canais, com o objetivo de exploração do solo. Além disso, a exploração das encostas gerava desmatamento e grande volume de detritos. O emprego desses métodos de mineração produziu um efeito oposto ao esperado, pois, em vez de permitir uma melhor exploração, a massa de detritos depositada nos rios contribuiu para esgotar as reservas auríferas, inviabilizando também a descoberta de novos depósitos (Arrais, Oliveira; Lemes, 2019; Bertran, 1991; Sevilha, 2017).

A terceira modalidade era a mais complexa e também a menos comum na capitania de Goiás, a chamada "mineração de morro". O trabalho envolvia cortes perpendiculares nos morros ou a abertura de túneis. Nesse sentido, o maior destaque incide sobre a zona que recobria Pilar, Crixás e Guarinos, que atraíram mineradores mais experientes e receberam maiores investimentos governamentais. Na região de Cavalcante e de Amaro Leite, também houve mineração de morro, com destaque para a extração no morro da Pedreira. Em Anicuns, há registros de minas com galerias que demandaram mais de 10 metros de profundidade para atingir a rocha matriz de onde era extraído o metal precioso (Arrais, Oliveira; Lemes, 2019; Bertran, 1978; Salles, 1992).

Além da mineração de ouro, no período colonial, houve em Goiás registro de explorações diamantíferas. Embora tivessem sido numerosas, as jazidas eram superficiais e pouco produtivas, de modo que os empreendimentos mineradores de diamantes sofreram mais prejuízo do que obtiveram lucro. Por isso, há quem diga que "poucas decepções históricas foram tão completas como a dos diamantes em Goiás" (Palacín, 1994, p. 52). A partir de 1733, as principais pesquisas e as descobertas mais relevantes aconteceram na região do Rio Claro e do Rio Pilões, sendo que pedras de diamante foram encontradas, em algum momento durante a corrida do ouro, em quase todos os aluviões da capitania. Portanto, havia diamantes em uma considerável extensão da capitania de Goiás, contudo a produção era ocasional, predominando pedras muito pequenas que demandavam um elevado custo operacional para a extração (Palacín, 1994; Salles, 1992).

Os impactos ambientais da mineração no século XVIII foram inversamente proporcionais ao domínio de técnicas e ao planejamento das ações. Em outras palavras, quanto menos domínio técnico, maiores eram os prejuízos. De modo que grande foi a contaminação da água com mercúrio (azougue), a derrubada da mata ciliar, o uso de queimadas e o assoreamento do leito dos rios. Ademais, após meio século de exploração mineradora, existe registro de alteração no regime de chuvas. Entre 1773 e 1776, houve seca prolongada, que gerou transtornos para a

mineração e para a agricultura local, resultando em um período de crise de abastecimento, carestia e fome. Enquanto isso, entre 1778 e 1782, aconteceu o contrário: chuvas com intensidade acima da média resultaram em enchentes. As mudanças climáticas na região mineradora que alteraram o regime de chuvas somadas aos demais impactos ambientais tiveram efeitos mais intensos sobre os povos indígenas, uma vez que, além de depender de atividades como coleta, caça e pesca, os povos originários têm formas de vida em integração com a natureza. Conforme relatos do viajante Saint-Hilaire, que esteve em Goiás no século XIX, em diversos locais as águas dos rios estavam poluídas por causa da lavagem do ouro com mercúrio e vários terrenos estavam esburacados em virtude da perfuração de rochas (Bertran, 1978, 1991; Sevilha, 2017).

Depois de cerca de cinquenta anos de exploração, a partir de meados do século XVIII, a produtividade da mineração goiana diminuiu gradativamente. Segundo estimativas baseadas no pagamento de impostos (o quinto), o auge da produção aurífera ocorreu no período entre 1736 e 1751, quando a produção goiana representava, aproximadamente, 20% de toda a colônia. Nesse período, a produção anual média estava na faixa de 3.000 quilos/ano, sem contar o contrabando, que movimentava o mercado ilegal de ouro de maneira incalculável. Dentre as causas do declínio da produção aurífera, destacam-se, especialmente, o esgotamento das minas, a limitação tecnológica, a falta de planejamento de longo prazo, o baixo investimento governamental e as mudanças climáticas. No ano de 1820, às vésperas da independência do Brasil, o imposto do quinto recolhido em Goiás era irrisório, indicando que a mineração havia diminuído significativamente na região — mesmo que jamais tenha se tornado insignificante, dado que, ainda na década de 1930, o ouro goiano compunha cerca de 1% dos estoques mundiais (Arrais, Oliveira; Lemes, 2019; Bertran, 1978; Palacín, 1994; Salles, 1992).

3 1822-1930: A MINERAÇÃO FLUTUANTE

Após o auge do ciclo do ouro no século XVIII, a última descoberta notável de ouro em Goiás no século XIX ocorreu em Anicuns em 1809. Embora durante o período do Brasil Imperial (1822-1889) a economia goiana tenha se voltado para a agropecuária, a produção mineral do estado continuou existindo. Nesse sentido, constituem-se como exemplos a exploração do sal mineral e de bens para a construção civil (como a mica). Além disso, houve a descoberta de diamantes em Baliza, no sudoeste goiano, contudo a sua exploração aconteceu somente no século seguinte. Portanto, é possível concluir que as riquezas minerais do subsolo do estado permaneciam desconhecidas e pouco aproveitadas (Cardoso Júnior; Lunas, 2016). Somado a

isso, vale ressaltar o esforço, nem sempre bem-sucedido, dos governos estaduais para manter o legado urbano e a malha viária deixados pela atividade mineradora dos séculos XVIII e XIX (Bertran, 1978).

Segundo Ricardo Assis Gonçalves (2022), podemos classificar esse período como "a dormência do subsolo", pois, diante da exaustão do ouro de aluvião, os minérios do subsolo permaneceram pouco explorados até que as novas condições históricas e o desenvolvimento tecnológico permitissem o seu aproveitamento. Ou seja, ao longo do século XIX, a mineração jamais desapareceu de Goiás, mas era uma atividade flutuante, praticada de maneira dispersa e pouco sistemática. "Foi uma fase de 'mineração flutuante e movediça', explicada pela irregularidade das práticas extrativas" (Gonçalves, 2022, p. 83). Durante o período de *mineração flutuante*, o garimpo e a faiscação foram combinados à agricultura, seja nas pequenas lavouras, seja nas grandes fazendas, funcionando como alternativa de sobrevivência e alimentando o sonho de enriquecimento. Nesse contexto, foram formados em Goiás os "espaços tradicionais de garimpo", nos quais a atividade de garimpagem era exercida por populações locais, camponeses, quilombolas e faiscadores. Ao contrário da garimpagem praticada no século XVIII, essa "garimpagem residual" estava associada à fixação no território e não à mobilidade espacial, em que os garimpeiros estavam dispostos a migrar constantemente para novas áreas, desde que fossem realizados novos achados (Gonçalves, 2022).

Ainda que a mineração no século XIX tenha sido praticada de maneira inconstante, os impactos socioambientais não deixaram de ser sentidos. A atuação da Companhia de Mineração Goyana nas Lavras do Abade, localizada em Meia Ponte (atual Pirenópolis) entre os anos de 1881 e 1887, teve impactos no abastecimento público de água da região, poluindo o Rio das Almas com metais pesados como o mercúrio. Isso, inclusive, motivou um conflito entre a população local e a mineradora. Cabe ressaltar que, segundo estudiosos, "pela primeira vez no Brasil uma comunidade rural foi mobilizada contra uma iniciativa privada em decorrência da poluição das águas" (Costa, 2014, p. 126). Em suma, o episódio das Lavras do Abade nos mostra os conflitos socioambientais que podem surgir entre a mineração e a população local, quando não há responsabilidade com a gestão dos recursos naturais.

4 1930-1960: O ESTADO E A MODERNIZAÇÃO DA MINERAÇÃO

O século XX foi um período histórico que trouxe significativas mudanças para o contexto da

mineração no Brasil e em Goiás. Especialmente após a chamada "Revolução de 1930"[3] e o início da Era Vargas, a história da mineração brasileira caminha *pari passu* com o processo de industrialização nacional. Nesse contexto, é notória uma maior presença e intervenção do Estado, inclusive no setor mineral, que desempenhava um papel estratégico para a indústria de base, haja vista a relevância do minério de ferro e da siderurgia. Quanto a isso, um marco institucional importante foi a criação do Departamento Nacional da Produção Mineral (DPNM), cujo principal objetivo era modernizar o setor e dinamizar a cadeia produtiva, contribuindo para o desenvolvimento econômico. Essa iniciativa tinha como justificativa a ausência de um elo entre as pesquisas geológicas e o nascente setor industrial brasileiro (Machado; Figuerôa, 2020). Nessa conjuntura, cabe destacar o papel desempenhado pelo ilustre intelectual goiano Zoroastro Artiaga (1891-1972) na virada da década de 1930 para a de 1940. Artiaga publicou diversos textos nos quais buscava afastar a identidade regional de Goiás da ideia agrária de sertão para aproximá-la do discurso de modernização e de integração nacional vigentes no período varguista. Nesse sentido, Artiaga acreditava que o mapeamento e a divulgação nacional dos recursos minerais do estado eram uma inciativa indispensável, tanto que realizou estudos sobre o níquel e o rádio em Niquelândia[4]. Em outras palavras, para o intelectual goiano, os minerais eram entendidos como recursos estratégicos para viabilizar o desenvolvimento econômico regional e nacional, de modo que apresentavam notável potencial de exportação para as nações industrializadas (Tavares, 2010). Afinal, o território goiano seria promissor em virtude da sua grande diversidade mineral e do seu potencial econômico:

> nós, goianos, afirmamos que nenhuma região do mundo possui maiores e melhores depósitos de cristais-de-rocha, de garnierita, de óxido de titânio, de cromo e maiores furnas salitrosas do que a de Goiaz. Nossos cristais estão sendo classificados como excelentes pelos norte-americanos, os grandes compradores da nossa produção (Artiaga, 1943, p. 543 *apud* Tavares, 2010, p. 93).

Durante os anos 1940, além do minério de ferro, um mineral que se destacava no mercado internacional era o quartzo. Os depósitos de quartzo localizados em Cristalina, junto aos de

---

[3] Antes disso, destaca-se a "exploração dos diamantes descobertos em Baliza, antigo distrito de Torres do Rio Bonito (Caiapônia), em Aragarças e proximidades. A fase de maior produção foi no período de 1924 a 1955, sendo estimado no ano de 1933 um contingente populacional de 20 mil pessoas e uma produção de 2.000 quilos de diamantes" (Cardoso Júnior; Lunas, 2016, p. 100).

[4] "Artiaga (1947) destacou a visita exploratória de Comissões do Japão, Alemanha e dos Estados Unidos em Niquelândia na década de 1930 e início de 1940, onde identificaram e confirmaram a existência de ricas jazidas de níquel e das possibilidades de outros minérios que acompanham a formação geológica no distrito niquelífero, como ouro, cobalto, cobre, manganês, etc. (...) As jazidas de Niquelândia estiveram em poder da Empresa Comercial de Goyaz, constituída por teuto-brasileiros e com pequeno capital, que se reorganizou em 1942 sob o nome Cia. Níquel Tocantins, recebendo, nos fins do mesmo ano, o consórcio *American Smelting and Refining Co.*, dos Estados Unidos" (Gonçalves, 2022, p. 85).

Minas Gerais, foram responsáveis pelo maior volume de exportação desse recurso para os Estados Unidos. A respeito desse tema, durante a Segunda Guerra Mundial, o Brasil foi o único fornecedor de quartzo piezoelétrico, uma matéria-prima estratégica para a comunicação no *front* de batalha (rádios comunicadores) e para a construção de sonares de detecção de submarinos. Estima-se que em 1944 os Estados Unidos importaram cerca de 2.000 toneladas de quartzo, sendo o Brasil o principal fornecedor (Machado; Figuerôa, 2020). Dessa forma, a exportação de quartzo era uma espécie de cartão de visitas dos recursos minerais disponíveis em Goiás, que poderiam desempenhar um papel importante na modernização nacional por meio da exportação direcionada para o mercado da indústria bélica (Tavares, 2010).

Ainda no âmbito do acordo comercial entre Estados Unidos e Brasil nos anos 1940, outro exemplo de extração mineral em Goiás foi o rutilo, um minério de titânio. A mineração de rutilo aconteceu, em larga medida, nos municípios de Pirenópolis, Corumbá de Goiás e Pouso Alto, além de uma exploração, em menor escala, em Minas Gerais. Entre 1941 e 1944, as exportações de rutilo foram expressivas, o que coincide com o período de aumento da demanda pelo mineral no contexto da Segunda Guerra Mundial e demonstra a ligação entre a produção mineradora em Goiás e o mercado internacional (Gonçalves, 2022).

5 1960-1990: MINERAÇÃO E INDUSTRIALIZAÇÃO

Sem dúvida, um ponto de inflexão crucial para a história da mineração em Goiás foi o incremento da industrialização no Estado, notadamente, a partir dos anos 1960 e 1970. De acordo com o censo industrial, o número de estabelecimentos industriais e de pessoas ocupadas no setor mais do que dobrou entre 1960 e 1970. No que diz respeito ao segmento de produtos minerais não metálicos, por exemplo, havia, em 1960, 368 unidades industriais e 1.564 pessoas empregadas, enquanto, em 1970, esses números aumentaram para 950 e 3.390, respectivamente. Essa tendência se refletiu em um crescimento da participação do setor industrial no Produto Interno Bruto (PIB) do Estado. Com o avanço da urbanização em Goiás, o setor de minerais não metálicos constituía-se como o mais dinâmico da economia mineral, pois estava ligado à construção civil. Cabe ressaltar, ainda, que o Estado teve importante atuação no processo de desenvolvimento econômico, seja por meio de investimento de infraestrutura (rede de transportes e energia), de política de incentivos fiscais ou da criação de distritos industriais (Arrais; Oliveira; Arrais, 2016; Castro, 2014).

Nesse contexto de nacional-desenvolvimentismo, é relevante mencionar o surgimento das empresas estaduais de mineração. A criação da Metais de Goiás S.A. (Metago) ocorreu por

meio de uma lei estadual em 1961, durante o governo de Mauro Borges. A Metago foi a primeira empresa estadual de mineração a entrar em operação no Brasil, precedendo até mesmo a fundação da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e o funcionamento da Metamig (fundada em 1961, com início das operações em 1964). A constituição da Metago pode ser compreendida como um importante marco na modernização da mineração em Goiás, uma vez que contribuiu para o desenvolvimento da tecnologia mineral, por meio de estudos, laboratórios, plantas-piloto, além de mapear o potencial mineral do estado. Em Catalão, por exemplo, identificou grandes reservas de fosfato, nióbio, titânio, vermiculita e terras raras (Carvalho, 1988; Oliveira, 2020). Acreditava-se que o principal obstáculo ao desenvolvimento da mineração no estado era o conhecimento das efetivas possibilidades minerais, pois, no início da década de 1970, poucos depósitos minerais se destacavam além de Catalão, como as jazidas de amianto crisotila em Minaçu, de níquel em Niquelândia e de amianto em Uruaçu.

A Metago pode ser considerada como uma empresa estadual bem-sucedida. Em 1984, a instituição possuía participação acionária em diversas empresas, tais como Goiásfértil (fosfato em Catalão), Precon Goiás Industrial (concreto e cimento-amianto), Goiás-Nióbio (nióbio em Catalão), Goiás-Vermiculita (vermiculita em Catalão), Goiás-Estanho (estanho em Pela Ema e Nova Roma) e Goiás Calcário (calcário em Calcilândia). À época, os técnicos da empresa lamentavam que a Metago não conseguia concretizar um número maior de projetos industriais em razão da baixa participação do empresariado local. No final da década de 1980, a Metago entrou em decadência, pois a nova regulamentação do setor mineral nos quadros da Constituição Federal de 1988 extinguiu o Imposto Único sobre Minerais (IUM), cuja cota-parte do estado de Goiás era a principal fonte de orçamento da empresa. Em 1984, por exemplo, mais de 50% da receita era proveniente de recursos do IUM. O enfraquecimento do orçamento, aliado a uma crise de gestão com ingerências políticas culminou na liquidação da empresa estadual em 1999 (Machado; Figuerôa, 2020).

Entre o final dos anos 1960 e o início da década de 1970, aconteceram importantes eventos para o setor mineral goiano[5]. Em 1968, houve a instalação de uma superintendência do Departamento Nacional da Produção Mineral em Goiânia (1968), o que contribuiu para um incremento nos levantamentos geológicos do estado. O 6º distrito do DNPM-Centro-Oeste tinha

[5] "Quanto à produção mineral garimpeira, vale registrar o seu aparecimento em 1973, com os garimpos de cassiterita da Serra Branca (Cavalcante), Riacho dos Cavalos (Monte Alegre), Pela Ema (Minaçu) e Pedra Branca (Nova Roma), dando origem a vários conflitos com empresas de mineração (...). No início da década de 80, surgiram os garimpos de ouro, sendo os mais importantes os de Guarinos, Pilar, Crixás, Goiás, Niquelândia e Mara Rosa, que também geraram atritos com mineradores, e o destacado garimpo de esmeralda de Santa Terezinha, que foi transformado em Reserva Garimpeira" (Goiás, 1991, p. 25).

como raio de atuação os atuais estados de Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins e Rondônia (Cardoso Júnior; Lunas, 2016; Goiás, 1991). O início da década de 1970 registra também o início da atuação de outras estatais no território goiano, como a CPRM[6] (Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais), a Docegeo (Rio Doce Geologia e Mineração) e a Nuclebrás (Empresas Nucleares Brasileiras). Em síntese, foi um período de reviravolta na história da mineração em Goiás, pois ocorreu uma intensificação da pesquisa mineral e uma consequente diversificação dos minerais extraídos. Esses avanços foram possíveis graças à integração com a industrialização e com o protagonismo de iniciativas estatais e do poder público para o fortalecimento do setor mineral goiano e sua reinserção no cenário da história da mineração brasileira. Se, no início da década de 1950, a participação do estado na produção mineral brasileira era irrisória, cerca de 0,05%, no final do século XX, Goiás estava entre os maiores produtores nacionais de bens minerais (Cardoso Júnior; Lunas, 2016).

5.1 As principais empresas de mineração em Goiás

A retomada das pesquisas minerais em Goiás implicou o fortalecimento da atuação sistemática de empresas estatais federais e de empresas de capital nacional e internacional no território goiano. Dentre as empresas nacionais, destacam-se: Grupo Votorantim (cimento em Corumbá e níquel em Niquelândia), Grupo Brumadinho (cassiterita) Grupo Paranapanema (vermiculita em São Luís de Montes Belos), Grupo Prometal (nióbio em Catalão), Grupo Paraíso (cimento em Palmeiras) e Grupo Pousada do Rio Quente (águas termais em Caldas Novas). No que diz respeito às empresas de capital estrangeiro, destacam-se: Sama (franco-belga; amianto crisotila em Minaçu), Codemin (sul-africana; níquel em Niquelândia), Mineração Catalão de Goiás (sul-africana/brasileira; nióbio em Catalão), Baminco (teuto-canadense; níquel em Barro Alto), Mineração Serra Grande (canadense/sul-africana; ouro em Crixás), *Western Mining Corp* (australiana; ouro em Paraúna) e China *Molybdenum Co.* (chinesa; nióbio e fosfato em Catalão e Ouvidor) (Gonçalves, 2022). Além disso, inúmeros empreendimentos originários de distintos países têm atuado no subsolo goiano no campo da prospecção e da pesquisa mineral, a por

[6] "Nos primeiros anos da década de 70, pairava uma dúvida sobre o local a ser escolhido para sediar o futuro Centro de Tecnologia Mineral [da CPRM]. No estado de Goiás havia intensa atividade de mapeamento geológico e de pesquisa mineral devido à descoberta de cinturões ultramárficos potencialmente mineralizados em níquel, cromo, cobalto, metais do grupo da platina e amianto. Esta potencialidade momentaneamente induzia o Ministério das Minas e Energia para a oportunidade de implantar o CETEM em Goiânia. Meses mais tarde, o Ministério decidia pela sua localização no Rio de Janeiro, sendo determinante o fato de que ele ficaria sediado dentro do campus da UFRJ, a maior universidade no âmbito federal e dotada de uma infraestrutura laboratorial de primeira linha" (Machado; Figuerôa, 2020, p. 254).

exemplo das empresas Unigeo (sul-africana), Mineração Colorado (australiana), *British Petroleum* (inglesa), Brascan (canadense), Minerasul (canadense) e Mineração São José (estadunidense) (Gonçalves, 2022).

6 1990-ATUALMENTE: A INTEGRAÇÃO ÀS REDES GLOBAIS DE MINERAÇÃO

A partir de meados da década de 1990 até o momento atual, temos uma nova fase na história da mineração goiana caracterizada pela integração às redes extrativas globais. O avanço da política econômica neoliberal no país teve como efeito a privatização de empresas estatais de mineração, como a Goiásfértil (atual *Mosaic* Fertilizantes) e Companhia Vale do Rio Doce (atual Vale S/A) (Gonçalves, 2022). Vale lembrar que, apesar de a Constituição Federal de 1988 ter restringido a participação estrangeira na exploração e no aproveitamento de minerais, uma Emenda Constitucional de 1995 suprimiu os impedimentos ao capital externo na pesquisa e na lavra de bens minerais. Nesse contexto, cabe mencionar o ingresso das empresas de pequeno porte (*junior mining company*) na pesquisa mineral. A ênfase da atuação das *juniors* recai sobre metais preciosos (ouro e prata) e metais básicos (cobre, níquel, zinco, chumbo, alumínio). Em Goiás, podemos registrar especialmente as atividades da *Amarillo Gold* (recentemente adquirida pela *Hochschild*) que busca a exploração de ouro em Mara Rosa, Santo Antônio e Ourolândia (Machado; Figuerôa, 2020).

O chamado "superciclo das *commodities*", entre 2002 e 2011, elevou consideravelmente o valor dos bens minerais no mercado internacional. Em 10 anos, o preço da tonelada do níquel subiu 1,072%, por exemplo. O vertiginoso aumento dos preços deveu-se, sobretudo, à entrada da China no comércio de bens minerais e sua imensa demanda por matérias-primas para o seu crescimento industrial (Wanderley, 2017). O clima econômico favoreceu um impulso para as atividades mineradoras em Goiás. O balanço do *boom* das *commodities* na mineração goiana foi o seguinte: "o valor total da comercialização dos minérios explorados no estado saltou de R$ 2.420.029.419,32 em 2004 para R$ 6.754.968.359,07 em 2012 (...) o ouro, o níquel, o cobre e o nióbio experimentaram um processo de ascensão acentuado, tanto do ponto de vista do volume extraído quando das cifras comerciais" (Gonçalves, 2016, p. 327).

Sem dúvida, uma das principais transformações no paradigma da mineração contemporânea refere-se ao desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, a preocupação com a responsabilidade socioambiental vem ganhando centralidade, o que implica buscar alternativas para reverter o argumento segundo o qual a mineração e a degradação caminham lado a lado. Para tanto, é necessário superar a concepção instrumental de que a natureza é um simples repositório de

recursos a serem explorados sem preocupação com os impactos ambientais, que são capazes de comprometer a qualidade de vida das próximas gerações. Assim, a preocupação atual com a sustentabilidade está diretamente ligada às implicações da atividade mineradora para a saúde dos trabalhadores do setor mineral e para a comunidade local em que é desenvolvida (Machado; Figuerôa, 2020).

Na história recente da mineração goiana, um dos mais controversos desafios ao modelo de mineração sustentável é a exploração de amianto/asbesto em Minaçu. Desde 1967, a Sama (atualmente controlada pelo grupo *Eternit*) explora a mina de Cana Brava, no extremo norte do estado. O amianto é um mineral fibroso de baixo custo, muito resistente ao calor e ao fogo, tendo sido bastante utilizado na indústria e na construção civil. Suas propriedades físico-químicas lhe proporcionam ser incombustível e incorruptível (Fernandes; Alamino; Rocha, 2014). Atualmente, a única mineradora de amianto ainda em atividade no Brasil está localizada em Goiás. Embora a mina de Cana Brava tenha a capacidade produtiva de explorar milhares de toneladas por dia do minério, movimentando bilhões de reais por ano, os impactos socioambientais são imensos. Segundo estudos desenvolvidos pela Organização Mundial de Saúde (OMS), é indubitável que o amianto seja lesivo à saúde, pois se trata de substância cancerígena que contribui para a asbestose, o câncer de pulmão e a mesotelioma, um tumor maligno na pleura, além de outras enfermidades (Organização Mundial da Saúde, 2017). Sobrepõe-se a isso o fato de que os problemas de saúde causados pela fibra mineral em questão não se restringem aos trabalhadores expostos, atingindo também a população local, uma vez que não existem limites seguros para a exposição ao material (Mendes, 2001). Portanto, estamos diante de um problema que causa graves prejuízos ao meio ambiente e à saúde pública,[7] a despeito da sua rentabilidade econômica. Por causa dos efeitos prejudiciais à saúde, o amianto já foi proibido em mais de cinquenta países ao redor do globo, incluindo todos os membros da União Europeia (Organização Mundial da Saúde, 2017).

Conforme os princípios do desenvolvimento sustentável e da chamada "economia verde", em que o crescimento econômico deve estar combinado com a melhoria do bem-estar social e com a redução dos impactos ambientais, um Grupo de Trabalho da Comissão de Meio Ambiente da Câmara dos Deputados recomendou a interdição da extração, manipulação e comercialização

[7] "De acordo com estimativas mundiais, pelo menos 107 000 pessoas morrem todos os anos de câncer de pulmão, mesotelioma e asbestose resultantes da exposição ao amianto nas suas profissões (...). Para além disso, quase 400 mortes foram atribuídas à exposição não profissional ao amianto. O número de doenças relacionadas com o amianto continua a subir, mesmo nos países que proibiram a sua utilização no início dos anos 90. Devido aos longos períodos de latência associados às doenças em questão, cessar a utilização do amianto agora só daqui a muitas décadas resultará num decréscimo do número de mortes por doenças com ele relacionadas (Organização Mundial da Saúde, 2017, p. 2-3).

do amianto em todo território nacional (Brasil, 2010). Em 2017 o Supremo Tribunal Federal confirmou a proibição, sustentando a inconstitucionalidade de um artigo da Lei Federal 9.055/1995 que permitia o uso controlado do material. Depois da apreciação dos recursos interpostos, a decisão foi mantida pelo STF em 2023 (Pimentel, 2023). Levando isso em consideração, o desafio é a elaboração de um plano de ação para socorrer os trabalhadores da Sama, o que pode incluir o uso da cota-parte estadual da CFEM (Compensação Financeira pela Exploração Mineral). Ao mesmo tempo, é fundamental buscar alternativas de atividades econômicas para a cidade de Minaçu, que, desde a segunda metade do século XX, tem se mostrado dependente economicamente da mineração.

Com base em estudo publicado pelo CETEM (Centro de Tecnologia Mineral), além da situação de Minaçu, é possível mapear outras circunstâncias desafiadoras no que diz respeito à mineração com responsabilidade socioambiental em Goiás: garimpo em Campos Verdes (danos ambientais ligados ao lençol freático e vulnerabilidade socioeconômica); níquel em Niquelândia (danos à saúde ocupacional e impactos ambientais causados pela amônia); ouro em Crixás (contaminação do rio Vermelho proveniente de acidente com barragem de rejeitos e vulnerabilidade econômica da comunidade local com baixíssimo IDH); mineração de dragagem em Faina durante entre 1987 e 1990 (destruição da mata ciliar e assoreamento dos rio); quartzito em Pirenópolis (condições precárias de trabalho e danos à paisagem); diamantes em Baliza e Itapuranga (lançamento de dejetos e óleo no rio Araguaia) (Fernandes; Alamino; Rocha, 2014).

7 A MINERAÇÃO EM GOIÁS: O LEGADO DO PASSADO E A RESPONSABILIDADE ÉTICA COM O FUTURO

Diante do que foi exposto, podemos apontar algumas considerações finais. Em primeiro lugar, destacamos o valor da reflexão histórica para auxiliar na elaboração de projetos de futuro na área da mineração que busquem se distanciar dos equívocos cometidos no passado. Afinal, a elaboração dos nossos horizontes de expectativas é indissociável do nosso espaço de experiência histórica, e os passos que damos para a frente têm na pegada anterior a sua condição de possibilidade (Catroga, 2009; Koselleck, 2006). Além disso, a imagem da mineração, perante a sociedade civil, é ambígua, uma vez que a compreensão dos seus benefícios é complexa e a apreensão dos seus aspectos negativos é imediata (Barreto, 2001). Logo, uma iniciativa cultural pertinente poderia ser a construção de um *Museu da mineração em Goiás* para a discussão crítica acerca do significado da atividade mineradora para o estado. Um bom

exemplo de iniciativa semelhante é o "Museu das Minas e do Metal[8]" localizado na Praça da Liberdade, em Belo Horizonte, que conta com exposições virtuais e presenciais.

Por fim, a partir da contextualização histórica, podemos indicar a importância de incluir **o** *princípio responsabilidade* (Jonas, 2006) na agenda das políticas públicas do setor mineral, o que significa preocupar-se não apenas com o bem-estar das gerações presentes, mas também com a preservação do meio ambiente e com a manutenção da vida das gerações futuras[9]. No caso da mineração em Goiás, isso implica a valorização do planejamento de longo prazo e do emprego de técnicas científicas na atividade mineradora, elementos que, conforme observamos, estavam ausentes no período colonial. Para tanto, nos dias atuais, é imprescindível fomentar o diálogo entre o seguinte tripé: o conhecimento científico produzido na universidade, o interesse das comunidades locais e a formulação de políticas públicas para o setor mineral.

---

[8] As exposições virtuais do Museu das Minas e do Metal podem ser realizadas no *site*: https://mmgerdau.org.br/exposicoes-virtuais/.

[9] "Chegou a hora de inverter o ideal moderno de controle e submissão da natureza, buscando um outro tipo de relação com a natureza em que esta não seja apenas vista como coisa sem vida ou como propriedade cujos recursos podem ser explorados infinitamente. Uma política de crescimento e desenvolvimento econômico deverá avaliar séria e previamente o preço a pagar em termos de consequências ambientais e sociais. Diante da crise ecológica, o conflito social de classes aparece com toda sua intensidade uma vez que a população mais vulnerável se expõe, de maneira às vezes cruel, às consequências dos desastres e catástrofes ambientais como no caso da mineração, impondo-se mesmo a necessidade de um controle de certos projetos de crescimento econômico por razões humanas e ecológicas" (Carrara, 2016, p. 121-122).

REFERÊNCIAS

ARRAIS, Cristiano Alencar; OLIVEIRA, Eliézer; ARRAIS, Tadeu Alencar. *O século XX em Goiás*: o advento da modernização. Goiânia: Cânone, 2016.

ARRAIS, Cristiano; OLIVEIRA, Eliézer; LEMES, Fernando. *O século XVIII em Goiás*: a construção da colônia. Goiânia: Cânone, 2019.

BARRETO, Maria Laura (org.). *Mineração e desenvolvimento sustentável*: desafios para o Brasil. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2001.

BERTRAN, Paulo. Desastres ambientais na capitania de Goiás. *Ciência Hoje*, v. 12, n. 70, p. 40-48, 1991.

BERTRAN, Paulo. *Formação econômica de Goiás*. Goiânia: Oriente, 1978.

BRASIL. Congresso Nacional. Câmara dos Deputados. *Dossiê Amianto Brasil.* Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Brasília: Câmara dos Deputados, 2010. Disponível em: https://www.abrea.com.br/not%C3%ADcias/publica%C3%A7%C3%B5es/102-comiss%C3%A3o-do-meio-ambiente-e-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel-cmads-da-c%C3%A2mara-dos-deputados-dossi%C3%AA-amianto-brasil.html. Acesso em: 2 de junho de 2023.

CARDOSO JÚNIOR, H. M.; LUNAS, Divina Aparecida Leonel. Panorama e consolidação do setor mineral em Goiás. *Revista Cerrados*, *[S. l.]*, v. 14, n. 1, p. 96-124, 2016.

CARRARA, Ozanan Vicente. Ética, meio ambiente e mineração. *Revista Interdisciplinar INTERthesis*, Florianópolis, v. 13, n. 3, p. 121-142, set.-dez. 2016.

CARVALHO, Wanderlino Teixeira de. *Política mineral goiana* (1960-1986). 1988. Dissertação (Mestrado em Geociências)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1988.

CASTRO, Mário César Gomes. *Industrialização em Goiás*: política industrial e desenvolvimento. 2014. Tese (Doutorado em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento)-Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

CATROGA, Fernando. *Os passos do homem como restolho do tempo*: memória e fim do fim da história. Coimbra: Edições Almedina, 2009.

COSTA, Diogo Menezes. O conflito das Lavras do Abade: um enclave industrial no Brasil rural novecentista. *Revista Brasileira de História e Ciências Sociais*, v. 6, n. 12, p. 125-142, dez. 2014.

FERNANDES, Francisco Rego Chaves; ALAMINO, Renata de Carvalho Jimenez; ARAUJO, Eliane Rocha (eds.). *Recursos minerais e comunidade*: impactos humanos, socioambientais e econômicos. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2014.

FIGUEIREDO, Lucas. *Boa ventura!* A corrida do ouro no Brasil (1697-1810): a cobiça que forjou um país, sustentou Portugal e inflamou o mundo. 3. ed. Rio de Janeiro: Record, 2012.

GOIÁS. Secretaria de Minas, Energia e Telecomunicações. *Plano estadual de recursos hídricos e minerais*. Goiânia: SMET, 1991. v. II. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/1364/o/PDF_Plano_Estadual_de_Minera%C3%A7%C3%A3o_1991_rotated_compressed.pdf. Acesso em: 2 de junho de 2023.

GONÇALVES, Ricardo Assis. Grandes projetos de mineração em Goiás, Brasil: a expansão do capitalismo extrativista nas áreas de cerrado. *Revista Mirante*, Anápolis, v. 9, n. 2, dez. 2016.

GONÇALVES, Ricardo Assis. Mineração na invenção de Goiás. *In*: CHAVEIRO, Eguimar Felício; GONÇALVES, Ricardo Assis (org.). *Goiás + 300*: reflexão e ressignificação. Goiânia: Edições Goiás + 300, 2022. v. 2.

JONAS, Hans. *O princípio responsabilidade*: ensaio de uma ética para a civilização tecnológica. Rio de Janeiro: PUC-Rio : Contraponto, 2006.

KOSELLECK, Reinhart. *Futuro passado*: contribuição à semântica dos tempos históricos. Rio de Janeiro: PUC-Rio : Contraponto, 2006.

MACHADO, Iran F; FIGUERÔA, Silvia. *História da mineração brasileira*. Curitiba: CRV, 2020.

MENDES, René. Asbesto (amianto) e doença: revisão do conhecimento científico e fundamentação para uma urgente mudança da atual política brasileira sobre a questão. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, n. 17, v. 1, p. 7-29, jan.-fev., 2001.

OLIVEIRA, Edgar da Silva. *Modernização da mineração em Goiás e os efeitos territoriais da Orinoco Gold Limited no município de Faina/GO*. 2020. Dissertação (Mestrado em Geografia)-Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2020.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. *Amianto Crisotila*. Genebra: Organização Mundial da Saúde; 2017. Disponível em: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/143649/9789248564819-por.pdf?sequence=17. Acesso em: 2 de junho de 2023.

PALACÍN, Luís. *O século do ouro em Goiás*: 1722-1822, estrutura e conjuntura numa capitania de Minas. 4. ed. Goiânia: UCG, 1994.

PALACÍN, Luís; MORAES, Maria Augusta de Sant'anna. *História de Goiás*: 1722-1972. Goiânia: Imprensa da UFG, 1975.

PIMENTEL, Carolina. *STF mantém proibição do uso de amianto no país. Brasília:* Agência Brasil, 2023. Disponível em: https://agenciabrasil.ebc.com.br/justica/noticia/2023-02/stf-mantem-proibicao-do-uso-de-amianto-no-pais Acesso em: 2 jun. 2023.

SALLES, Gilka V. F. de. *Economia e escravidão na capitania de Goiás*. Goiânia: Cegraf UFG, 1992.

SEVILHA, Fabíula. *História ambiental da capitania de Goiás*: mineração e transformação. [s. l. : s. n.], 2017. Disponível em: https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/FRCH/issue/view/69. Acesso em: 2 jun. 2023.

SILVA, Colemar Natal e. *História de Goiás*. Goiânia: IGL/AGEPEL, 2002.

TAVARES, Giovana Galvão. *Zoroastro Artiaga*: o divulgador do sertão goiano (1930-1970). Tese (Doutorado em Ciências)-Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, 2010.

WANDERLEY, Luiz Jardim. Do boom ao pós-Boom das commodities: o comportamento do setor mineral no Brasil. *Versos*, v.1, n. 1, 2017.

SUDECO
SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO CENTRO-OESTE

SIC
Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Serviços

GOVERNO DE GOIÁS
O ESTADO QUE DÁ CERTO

RELATÓRIO

Contexto da Geologia em Goiás



Organização:
Profª Dra. Estela Leal Chagas do Nascimento, 2024

SUDECO
SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO CENTRO-OESTE
FUNAPE
Fundação de Apoio à Pesquisa
Universidade Federal de Catalão
UFG
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
Universidade Estadual de Goiás
SIC
Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Serviços
GOVERNO DE GOIÁS
O ESTADO QUE DÁ CERTO



GOVERNO DO ESTADO DE GOIÁS - GO

SECRETARIA DE INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS - SIC

CONTRATO Nº 002/2022

Mapeamento de Oportunidades de
Crescimento do Setor Mineral em Goiás
2022-2042

GOVERNO DO ESTADO DE GOIÁS - GO
SECRETARIA DE INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS - SIC

PROF.ª DRA. ESTELA LEAL CHAGAS DO NASCIMENTO (ORG.)

RELATÓRIO PRODUTO B:
CONTEXTO DA GEOLOGIA EM GOIÁS

GOIÂNIA
ABRIL/2023

Organizadora

PROFA. DRA. ESTELA LEAL CHAGAS DO NASCIMENTO (UFG)

AUTORIA

Estela Leal Chagas do Nascimento
Universidade Federal de Goiás (UFG)
Graduada em Geologia – Universidade de Brasília (UnB)
Mestre em Geologia Econômica – Universidade de Brasília (UnB)
Doutora em Geologia Econômica e Petrologia – Universidade de Brasília (UnB).
Currículo Lattes: https://lattes.cnpq.br/2417642850535273

José de Araújo Nogueira Neto
Universidade Federal de Goiás (UFG)
Graduado em Geologia – Universidade de Fortaleza (Unifor)
Especialista em Gemologia – Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)
Doutor em Geociências – Universidade Estadual Paulista (Unesp)
Pós-Doutorado em Rochas e Minerais Industriais – Universidade Técnica de Lisboa (UNL)
Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/0273671687486902

Marcelo Henrique Leão-Santos
Universidade de Brasília (UnB), Faculdade de Planaltina, Instituto de Geociências
Graduado em Geologia – Universidade de Brasília (UnB)
Mestre em Geologia e Geofísica Aplicada – Universidade de Brasília (UnB)
Doutor em Geologia Econômica e Prospecção – Universidade de Brasília (UnB), *Colorado School of Mines* (*CSM*)
Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/5435380608181101

Rodrigo Prudente de Melo
Universidade Federal de Goiás (UFG)
Graduado em Geologia – Universidade Estadual Paulista (Unesp)
Mestre em Geologia Regional – Universidade Estadual Paulista (Unesp)
Doutor em Geociências e Meio – Universidade Estadual Paulista (Unesp), *Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS)*
Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/036097762225715

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

Relatório PRODUTO B [recurso eletrônico] : contexto da geologia em Goiás / Estela Leal Chagas do Nascimento (org.). - 2024.
46 p..: il.

Bibliografia
Inclui mapas, lista de quadros, lista de figuras.

ISBN:

1. Política mineral goiana. 2. Participação social. 3. Estratégias de comunicação. I. Nascimento, Estela Leal do, org.

CDU: 548/549

Elaborada pela Bibliotecária Keyla de Faria – CRB-1/3227.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Compartimentação geotectônica do Estado de Goiás e do Distrito Federal..... 8
Figura 2 - Esquema de classificação de recursos e reservas minerais..... 25
Figura 3 - Principais reservas minerais de Goiás – metálicos e não metálicos – ano-base 2017..... 29
Figura 4 - Distribuição dos recursos minerais no estado segundo títulos minerários outorgados pela ANM..... 37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais bens minerais produzidos no Estado de Goiás 7

Tabela 2 - Panorama da distribuição dos recursos e reservas dos principais bens minerais do estado de Goiás divido por município 30

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....5

1 CONTEXTO GEOLÓGICO DO ESTADO DE GOIÁS.....6

1.1 Introdução.....6

1.2 Principais domínios geológicos.....8

1.2.1 Província Tocantins.....8

1.2.2 Faixa Brasília.....9

1.2.3 Bacias sedimentares e províncias alcalinas fanerozoicas.....10

1.2.3.1 Bacia do Paraná.....10

1.2.3.2 Províncias alcalinas de Goiás e do Alto Paranaíba.....11

1.3 Potencial mineral dos principais domínios e províncias geológicas do Estado de Goiás.....11

1.3.1 Bloco arqueano-paleoproterozoico de Goiás.....11

1.3.2 Terrenos paleoproterozoicos.....12

1.3.3 Complexos máfico-ultramáficos acamadados.....15

1.3.4 Zona interna da faixa Brasília.....17

1.3.5 Zona externa da faixa Brasília.....19

1.3.6 Arco magmático de Goiás.....22

1.3.7 Província alcalina de Goiás e Província Ígnea do Alto Paranaíba.....23

2 CONCEITOS E CLASSIFICAÇÃO DE RECURSOS E RESERVAS.....24

2.1 Recurso e reserva mineral.....24

2.2 Outros conceitos de padrão internacional, normalmente adotados pelo serviço geológico do Brasil – CPRM.....26

2.3 Descrição dos recursos e reservas minerais, distribuição por município e identificação dos gargalos de exploração.....27

2.3.1 Descrição dos recursos e reservas minerais do Estado de Goiás.....27

2.3.2 Gargalos para a exploração e aproveitamento do potencial mineral de Goiás...38

REFERÊNCIAS.....40

APRESENTAÇÃO

O projeto “Mapeamento de Oportunidades de Crescimento do Setor Mineral em Goiás 2022-2042” (Contrato 02/2022 – SIC, assinado em 13.06.2022) consiste em 06 relatórios, os quais produzem um diagnóstico do setor mineral do estado de Goiás visando à implantação de políticas públicas para fomentar o desenvolvimento do setor mineral no estado. Este relatório (relatório 2), intitulado “Contexto da Geologia em Goiás”, tem como finalidade fazer uma breve contextualização da geologia e apontar, com base na literatura científica, os domínios e as províncias geológicas com potencial para exploração e produção de bens minerais no estado. Em adição, serão propostas ações no sentido de otimizar o aproveitamento desse potencial mineral visando ao crescimento da pesquisa mineral e, por consequência, da mineração no estado.

Seguem os produtos do MAP, para conhecimento:

- PRODUTO A: Relatório “Contexto histórico da mineração em Goiás”;
- PRODUTO B: Relatório “Contexto da Geologia em Goiás”;
- PRODUTO C: Relatório “Arcabouço legal da atividade mineral”;
- PRODUTO D: “Relatório analítico da economia mineral de Goiás”;
- PRODUTO E: “Relatório analítico das substâncias minerais exploradas em Goiás”;
- PRODUTO F: Banco de dados consolidado;
- PRODUTO G: Relatório analítico dos dados e redação do estudo diagnóstico R;
- PRODUTO H: Realização de seminário de debates e discussões;
- PRODUTO I: Documento consolidado e publicado com o “Mapeamento de oportunidades do Setor Mineral do estado de Goiás 2022-2042”.

1 CONTEXTO GEOLÓGICO DO ESTADO DE GOIÁS

1.1 Introdução

O estado de Goiás apresenta ampla diversidade geológica e grande potencial para a exploração econômica de bens minerais. No estado localizam-se importantes jazidas, com recursos em metais, gemas, agrominerais, minerais industriais, rochas ornamentais e agregados para a construção civil, contendo ainda grandes mananciais de águas termo-minerais.

Iniciada com a extração de ouro no início do século XVIII, a atividade mineira no estado evoluiu ao longo dos anos subsequentes. Atualmente o estado de Goiás é um importante produtor de bens minerais, com destaque para a produção de ouro, amianto, ferroníquel, bauxita, fosfato, ferronióbio, vermiculita e outros minerais industriais. Segundo o Anuário Mineral Brasileiro, os principais bens metálicos produzidos em 2022 no estado de Goiás foram bauxita, cobre, manganês, nióbio, níquel e ouro (Tabela 1). Sua produção comercializada gerou um valor agregado da ordem de 8,6 bilhões de reais, o que coloca o estado de Goiás como o quinto maior produtor de bens minerais metálicos do Brasil (em valor), com uma participação de 2,74% do total produzido no país.

Do ponto de vista da arrecadação, segundo dados da Agência Nacional de Mineração, nos últimos 10 anos (de 2012 a 2022), foram arrecadados cerca de 1,15 bilhão de reais em tributos relacionados à CFEM (Compensação Financeira pela Exploração Mineral). Foram 176 milhões de reais só no ano passado (2022) frente a 76 milhões de reais em 2012, mostrando um aumento da ordem de 100 milhões de reais na arrecadação, o que sugere que a indústria mineral tem crescido e têm sido cada vez mais importante para a economia do estado. Em comparação com as outras unidades da federação, o estado de Goiás foi o quarto maior arrecadador, atrás apenas de Minas Gerais, Pará e Bahia, o que também mostra a importância do estado a nível nacional.

Para além dos bens citados acima, o estado também produz uma diversa gama de bens minerais destinados ao agronegócio (fosfato e calcário para corretivo agrícola), gemas (esmeralda), minerais industriais (bário, amianto e vermiculita), além de agregados para a construção civil (areia e brita) e rochas ornamentais (Tabela 1).

Apesar de ter importante parcela de seu PIB oriunda da produção de bens minerais, pode-se dizer que ainda há amplo espaço para o crescimento do setor mineral no estado de Goiás. Apontam-se, como evidências, a diversidade geológica do estado e o baixo nível de maturidade e de avaliação geocientífica das províncias minerais conhecidas. Mesmo

províncias minerais maduras e com longo histórico na produção mineral, como é o caso do Terreno Arqueano/Paleoproterozoico de Goiás, responsável por grande parte da produção de ouro no estado, quando comparados a províncias similares em outros países (África do Sul, Austrália e Canadá), possui um nível de conhecimento e de investimento em exploração relativamente baixos.

Tabela 1 - Principais bens minerais produzidos no Estado de Goiás

Classe / Substância	Quantidade (ROM)	Contido	Teor Médio	
Metálicos				
Alumínio (Bauxita Metalúrgica)*	1,655,377 t	855,809 t	51.39 %	Al_2O_3
Bauxita Refratária	16,100 t	9,604 t	59.65 %	Al_2O_3
Cobalto	9,146 t	28 t	0.31 %	Co
Cobre*	37,733,278 t	89,103 t	0.24 %	Cu
Cassiterita (Primária)	2,910 t	2,092 kg	719.09 g/t	Sn
Manganês*	62,793 t	27,172 t	43.27 %	Mn
Nióbio (Pirocloro)*	8,569,122 t	49,807 t	0.58 %	Nb_2O_5
Níquel*	3,519,592 t	47,813 t	1.36 %	Ni
Ouro (Primário)*	2,446,547 t	7,050 kg	2.88 g/t	Au
Prata (Primária)	34,334,774 t	209 kg	0.01 g/t	Ag
Ilmenita	22,775 t	6,549 t	28.75 %	TiO_2
Não-Metálicos				
Amianto (Crisotila)	1,995,619 t	160,448 t	8.04 %	
Areia	1,483,204 t	-	-	
Areia Industrial (quartzito)	5,030 t	-	-	
Argilas Comuns	411,184 t	-	-	
Argilas Refratárias	378 t	-	-	
Bário (Barita)	9,317,096 t	160,494 t	1.72 %	$BaSO_4$
Calcário	7,759,119 t	-	-	
Dolomito	115,292 t	-	-	
Fosfato	10,090,244 t	1,330,642 t	13.19 %	P_2O_5
Brita e Cascalho	4,955,758 t	-	-	
Saibro	8,689 t	-	-	
Talco e Outras Cargas Minerais (Filito)	600 t	-	-	
Vermiculita e Perlita	380,343 t	113,997 t	29.97 %	
Gemas (Primária)	n.d.	n.d.	n.d.	
Rochas Ornamentais				
Ornamental (Granito, Gnaisse e afins)	20,739 t	-	-	
Ornamental (Mármores e afins)	4,768 t	-	-	
Quartzito Ornamental	273 t	-	-	
Outras Rochas Ornamentais (Pedra de Talhe, Pedra-Sabão, Basalto, etc.)	4,768 t	-	-	

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro (Agência Nacional de Mineração, 2023).
* Dados de produção atualizados para o ano de 2022.
* A maioria dos dados reportados são para o ano-base de 2017

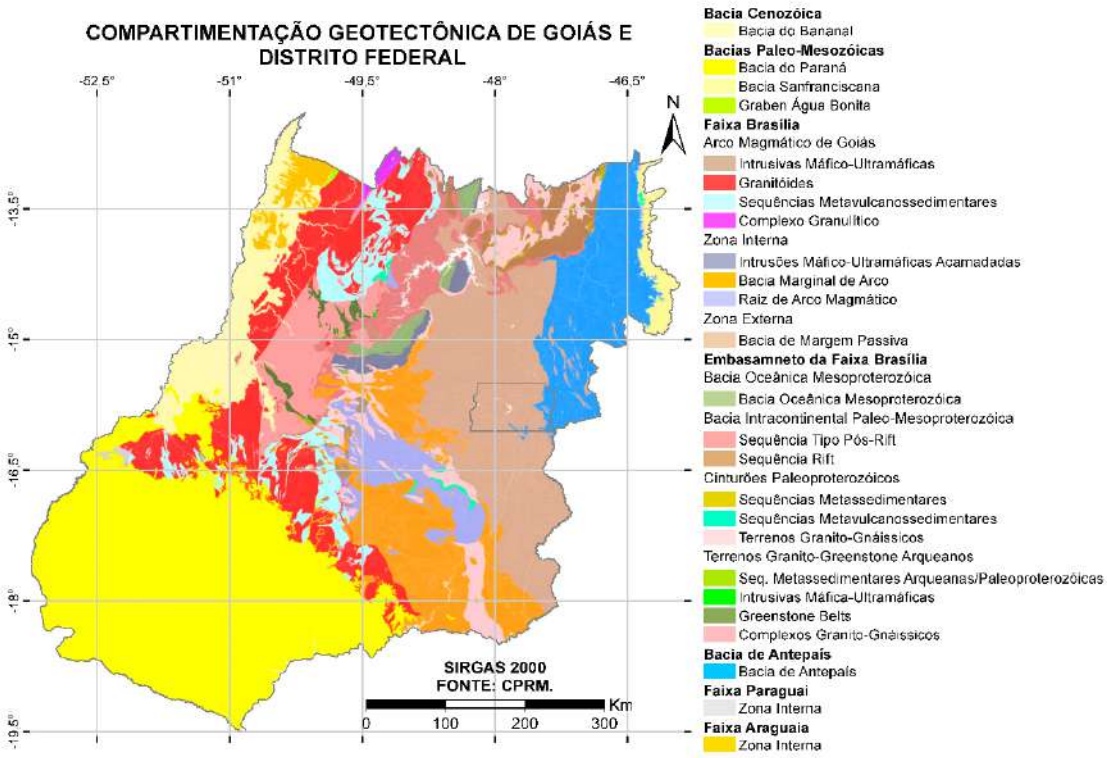
Do ponto de vista do conhecimento geológico básico, que é a base para a tomada de decisões de investimento em exploração mineral, o estado foi alvo de campanhas de mapeamento geológico básico a partir da década de 1970, em que foram executados projetos de

mapeamento geológico goiano em diferentes escalas. Todavia, de maneira geral, o estado carece de informações geológicas básicas em escala adequada e atualizadas, e muitos dos dados disponíveis em escala de maior detalhe (maior que 1:100.000) são anteriores ao ano 2000, o que deve influenciar na atratividade do estado junto às empresas que atuam no setor.

1.2 Principais domínios geológicos

No estado de Goiás, estão expostos terrenos pré-cambrianos associados à Província Tocantins, sendo, em sua maioria, unidades pertencentes à Faixa Brasília e, em sua porção sul, as rochas fanerozoicas da Bacia do Paraná (Figura 1). A seguir são apresentados, de maneira sumária, os principais domínios geológicos do estado.

Figura 1 - Compartimentação geotectônica do Estado de Goiás e do Distrito Federal



Fonte: Adaptado de Lacerda Filho *et al.* (1999).

1.2.1 Província Tocantins

A Província Tocantins consiste em um sistema de orogênico brasiliano/pan-africano, caracterizado por cinturões de dobras e empurrões formados pela convergência dos crátons Amazônico, São Francisco e Paranapanema (Pimentel *et al.*, 2000). Ela é dividida

geotectonicamente em Faixa Brasília, Araguaia e Paraguai (Almeida *et al.*, 1981) e está em contato com a Bacia do Parnaíba, ao norte, com a Bacia dos Parecis, ao noroeste, e com a Bacia do Paraná, ao sul.

O embasamento da Província Tocantins se caracteriza por terrenos granito-greenstone alóctones do Arqueano - Bloco Crixás-Goiás (Jost *et al.*, 2001), por Cinturões Paleoproterozoicos - Natividade-Cavalcante (Fuck *et al.*, 2014), além de riftes intracontinentais mesoproterozoicos e de sequências metavulcano-sedimentares associadas.

Dito isso, a Faixa Brasília é que predomina no estado de Goiás, com partes subordinadas da Faixa Paraguai e Araguaia (Moreira *et al.*, 2008).

1.2.2 Faixa Brasília

A Faixa Brasília formou-se pela interação e convergência entre os crátons amazônico (NW), São Francisco (E) e Paranapanema (SW). Essa colisão ocorreu durante o evento Brasiliano (750-550Ma) ocorrido no Neoproterozoico (1000-543 Ma). A Faixa Brasília é dividida pelas seguintes unidades tectônicas-chaves envolvidas na Orogenia Brasiliana (Pimentel, 2016):

- Bloco Arqueano-Paleoproterozoico de Goiás, que compreende terrenos granito-gnáissicos arqueanos limitados por sequências metavulcanosedimentares do tipo *Greenstone Belt*;
- Embasamento Paleoproterozoico Natividade-Cavalcante, representado por ortognaisses e sequências metavulcanossedimentares da região de Almas-Dianópolis e por blocos menores correlatos, como a Sequência Campinorte (Della Giustina *et al.*, 2009);
- Complexos máfico-ultramáficos acamadados (em Niquelândia, Barro Alto e Canabrava) associados às sequências metavulcano-sedimentares de Indaianápolis, Juscelândia e Palmeirópolis, respectivamente;
- Faixas de dobramento e sequências metavulcano-sedimentares Mesoproterozoicas da zona interna da Faixa Brasília (Fuck., 1994; Pimentel; Fuck; Botelho, 1999), onde predominam rochas correspondentes às bacias sedimentares sin-orogênicas (Grupo Araxá e Ibiá);
- Sequências metavulcano-sedimentares, relacionadas à zona externa da Faixa Brasília, apresentando grau de metamorfismo baixo ou incipiente (Grupo Paranoá, Canastra), além da cobertura sedimentar intracratônica na margem oeste do Cráton do São Francisco, representado pelo Grupo Bambuí (Bacia de Antepaís);
- Terrenos Neoproterozoicos de alto grau metamórfico (Complexo Granulítico

Anápolis-Itauçu e Uruaçu); e

- Arco juvenil Neoproterozoico (Arco Magmático de Goiás), subdividido em Arco de Mara Rosa, ao norte, e Arco Arenópolis, na porção sul do Estado.

1.2.3 Bacias sedimentares e províncias alcalinas fanerozoicas

Em Goiás, as bacias sedimentares do Fanerozoico são representadas pelas Bacias Paleo-Mesozoicas do Paraná, na porção sudoeste do estado, pela Bacia Sanfranciscana na porção nordeste, além da Bacia Cenozoica do Bananal, na fronteira noroeste do estado. A Bacia do Paraná é a mais representativa em Goiás, ocupando uma área de 92.500 m² (Lacerda Filho *et al.*, 1999).

Na fronteira norte da Bacia do Paraná, encontram-se as Províncias Alcalinas de Goiás, a sudoeste do estado, e a Província Alcalina do Alto Paranaíba, na divisa a sudeste de Goiás com Minas Gerais.

1.2.3.1 Bacia do Paraná

A Bacia do Paraná é uma ampla região sedimentar do continente sul-americano que inclui porções territoriais do Brasil meridional, Paraguai oriental, nordeste da Argentina e norte do Uruguai, totalizando uma área de cerca de 1,5 milhão km^2 (Milani *et al.*, 2007). É classificada, em sua maioria, como uma bacia intracratônica formada por subsidência e relacionada à orogênese da margem meridional do Supercontinente Gondwana. É dividida em: três sequências transgressivas-regressivas (Rio Ivaí, Paraná e Gondwana I); duas supersequências com rochas sedimentares continentais (Gondwana II e Gondwana III) e rochas ígneas associadas ao magmatismo Serra Geral e.g., (Wildner; Hartmann; Lopes, 2007); e uma sequência com rochas sedimentares continentais (pós-magmatismo Serra Geral), denominada Sequência Bauru (Milani *et al.*, 2007). Esta última foi reclassificada como uma nova bacia (Fernandes, 1992) e recentemente foi interpretada como formada na província *back-bulge* do sistema retroarco desenvolvido em resposta à formação do orógeno andino, cuja sequência sedimentar se depositou sobre basaltos e rochas sedimentares da Bacia do Paraná (Menegazzo; Catuneaunu; Chang., 2016).

Em Goiás, as supersequências aflorantes são Rio Ivaí, Paraná, Gondwana I, Gondwana III (Neo-Jurássico a Eo-Cretáceo) e a Bacia Bauru (Cretáceo). O embasamento da bacia é formado por rochas pré-cambrianas, sendo que, no estado de Goiás, é representado por rochas

da Faixa Brasília.

1.2.3.2 Províncias alcalinas de Goiás e do Alto Paranaíba

Aproximadamente concomitante com a deposição e evolução da Bacia Bauru, ocorreu a intrusão de corpos máfico-ultramáficos alcalinos do sul de Goiás e do Alto Paranaíba. Essas províncias alcalinas brasileiras são o resultado de extenso magmatismo alcalino ocorrido no Cretáceo. Essas rochas são condicionadas a lineamentos com direção NW e NE e, subordinadamente, N-S e E-W. As estruturas regionais NW, de subsidência tectônica, são também conhecidas como "Azimute 125" (Almeida, 1986).

As províncias alcalinas brasileiras apresentam importantes diferenças nas associações litológicas e nas afinidades geoquímicas, contudo a composição das províncias do Alto Paranaíba e de Goiás é similar: tipicamente ultrapotássica e dominada por kamafugitos.

1.3 Potencial mineral dos principais domínios e províncias geológicas do Estado de Goiás

As áreas de potencialidade mineral no estado foram sintetizadas e categorizadas por ambiente geotectônico (Figura 1), seguindo as delimitações compiladas inicialmente por Lacerda Filho *et al.* (1999) e detalhadas a partir de informações e dados geocientíficos atualizados.

1.3.1 Bloco arqueano-paleoproterozoico de Goiás

A porção centro-oeste de Goiás é caracterizado por um fragmento exótico e alóctone de crosta arqueana-paleoproterozoica com aproximadamente 18.000 km^2 e que se caracteriza pela associação de *Greenstone Belts* e de complexos TTGs (Jost *et al.*, 2014), recebendo a alcunha de Terreno Arqueano-Paleoproterozoico de Goiás ou Maciço de Goiás (Cordeiro; Oliveira, 2017). As sequências metavulcanossedimentares do tipo *Greenstone Belt*, de idade paleoprotezoica, ocorrem em cinco faixas estreitas e alongadas, três das quais situam-se no extremo norte e duas no sul do bloco. Possuem em média cerca de 40 quilômetros de comprimento e 6 quilômetros de largura e são designadas, de sudoeste para nordeste, Serra de Santa Rita, Faina, Crixás, Guarinos e Pilar de Goiás. Juntas possuem mais de 190 km de comprimento (Jost *et al.*, 2014).

Essas faixas de sequências supracrustais, estão separadas e segmentadas por complexos granito-gnáissicos (TTGs) mais antigos (do Arqueano ao Paleoproterozoico) denominados, de SW para NE: (i) Complexo Uvá; (ii) Complexo Caiçara; (iii) Complexo Anta (iv); Complexo

Caiamar; (v) Complexo Moquém e; (vi) Complexo Hidrolina (Jost *et al.*, 2013). Apesar disso, a estratigrafia dos terrenos *Greenstone Belt* é muito similar e inclui: uma unidade basal, composta principalmente por rochas ultramáficas (metakomatiítos), que se segue a uma (ou mais) unidades intermediárias, onde predominam metabasaltos e, no topo da sequência, ocorrem unidades onde há predomínio de rochas metassedimentares (metagrauvacas, metapelitos, quartzitos, formações ferríferas bandadas, gonditos e mármores).

O Maciço de Goiás como um todo é considerado uma das mais importantes províncias minerais do estado. A mineralizações mais relevantes estão restritas às sequências metavulcanossedimentares dos *Greenstone Belts*, onde se localizam uma série de depósitos, principalmente de ouro do tipo orogênico, e de onde é extraído boa parte do ouro produzido pelo estado.

Os maiores depósitos de ouro estão localizados no *Greenstone Belt* de Crixás (Jost; Fortes, 2001; Thomson; Fyfe, 1990). Com recurso total de cerca de 7Moz (incluindo o montante já produzido, 4.4Moz, e reservas remanescentes, 2.6Moz), os depósitos da região de Crixás estão sendo lavrados há mais de 30 anos (Ferreira *et al.*, 2021) e são atualmente operados pela Mineração Serra Grande, subsidiária da Anglo *Gold* Ashanti.

Outros depósitos de ouro economicamente importantes da região incluem: o depósito da Mina de Pilar (depósito Jordino), hospedado no *Greenstone Belt* de Pilar (Jost *et al.*, 2014), e o depósito Maria Lázara (Pulz *et al.*, 1992; Michel *et al.*, 1994; Jost *et al.*, 2014), hospedado nos *Greenstone Belts* Guarinos. Cita-se, também, o depósito Caiamar (Rodrigues, 2011), atualmente desativado, cuja mineralização está hospedada em um dique de albitito encaixado entre uma intrusão de gabro e rochas metassedimentares do *Greenstone Belt* de Guarinos, interpretado por Jost *et al.* (2014) como do tipo singenético. Além disso, há diversas ocorrências de ouro em plácer, que tem sido historicamente lavrado por garimpos em praticamente todos os *Greenstone Belts* da região.

Para além dos depósitos de ouro orogênico, o *Greenstone Belt* de Santa Rita também hospeda ocorrências de ouro do tipo VMS hospedadas em rochas vulcanoclásticas do topo da sequência (Jost *et al.*, 2014). Ademais, alguns dos *Greenstone Belts* da região possuem ocorrências de Fe e Fe/Mn associadas às sequências metassedimentares do topo, bem como possuem ocorrências de Ni laterítico associado aos metakomatiítos da base da sequência (Jost *et al.*, 2014).

1.3.2 Terrenos paleoproterozoicos

Na porção externa da Faixa Brasília, há ocorrência de um núcleo do embasamento

Transamazônico, composto por rochas metassedimentares da Formação Ticunzal (Marini *et al.*, 1978) e pela Suíte Granítica Aurumina, que marca o fim do Ciclo Transamazônico há cerca de 2,0 Ga (Botelho *et al.*, 1999). Esse núcleo passou por alterações devido ao processo de rifteamento continental que ocorreu no final do Paleoproterozoico. O rifteamento foi marcado pela sucessiva intrusão de granitos intraplaca do tipo Suíte Pedra Branca, na Província Estanífera de Goiás (Marini; Botelho, 1986) em cerca de 1,8 Ga (Pimentel *et al.*, 1991; Pimentel; Botelho, 2001).

Esse processo de rifteamento continental do final do Paleoproterozoico resultou na sedimentação das rochas relacionadas aos Grupos Araí e Traíras e no vulcanismo bimodal associado. O final do ciclo sedimentar do Grupo Araí foi datado a partir das idades das intrusões graníticas relacionadas à Suíte Serra da Mesa, há cerca de 1,56 Ga (Dardenne *et al.*, 2003; Pimentel; Botelho, 2001; Rossi; Andrade; Cocherrie, 1992).

A Formação Ticunzal é hospedeira de mineralizações de urânio nas regiões do Rio Preto e de Campos Belos (Moreira *et al.*, 2008). A Formação Ticunzal está localizada na região das serras do Ticunzal e Tombador, no município de Cavalcante (Fernandes *et al.*, 1982; Marini *et al.*, 1978), além de estar presente em uma vasta área do nordeste de Goiás e do sudeste de Tocantins (Botelho; Portela, 2005). É constituída por xistos e paragnaisses com frequente presença de grafita, além de quartzitos micáceos e conglomerados em menores proporções. São encontrados alguns indicativos de que a sequência sedimentar tenha se submetido a condições metamórficas de fácies anfibolito média, como a grafita de cristalinidade alta, porfiroblastos de granada parcialmente preservados e prováveis pseudomorfos de aluminossilicatos, que subsistiram da paragênese de mais alto grau metamórfico anterior (Fuck *et al.*, 1988; Marini *et al.*, 1978).

Sua idade foi determinada como mais velha que 2,15 Ga, idade correspondente às intrusões graníticas mais antigas da Suíte Aurumina. Dados preliminares de Sm-Nd mostram um TDM entre 2,6 e 2,8 Ga, que indicam que os sedimentos da formação tiveram uma fonte predominantemente arqueana (Fuck *et al.*, 2002).

A Suíte Aurumina está localizada na região entre a cidade de Teresina de Goiás e o povoado de Aurumina. Representada por um conjunto de intrusões sin-, tardi- e pós-tectônicas, intrusivas nos xistos grafitosos da Formação Ticunzal. Possui composição que varia de monzogranito a tonalito, caracterizada principalmente por biotita e muscovita magmáticas de caráter peraluminoso (Botelho, 1999). Dados de U-Pb em zircão indicam idades entre 2,0 e 2,2 Ga para as rochas da Suíte Aurumina (Universidade de Brasília; Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 2007). Os granitos e tonalitos têm εNd(T=2,1) entre -3 e -6 e TDM entre 2,4 e 2,7 Ga (Fuck *et al.*, 2002).

Os granitos da Suíte Aurumina hospedam pequenos depósitos de ouro na região de Cavalcante, que contêm platinoides, relacionados às zonas de cisalhamento. Nelas, o minério está concentrado em veios de quartzo e/ou em quartzo-sericita milonitos, localizados no contato entre o granito e a Formação Ticunzal (Universidade de Brasília; Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 2007).

A Suíte Pedra Branca representa parte dos granitos encontrados na região nordeste de Goiás: são granitos tipo A, g1 e g2 (Botelho *et al.*, 1993) e a Suíte Paranã (Lacerda Filho; Rezende; Silva, 1998). Foram denominados granitos estaníferos de Goiás devido à mineralização em cassiterita e são anômalos em elementos terras raras (ETR) e em índio (Botelho; Moura, 1998; Marini; Botelho, 1986; Marini; Botelho; Rossi, 1992; Teixeira, 2002). A nomenclatura deu-se devido ao maciço granítico Pedra Branca, que representa a área-tipo da Suíte, com maior representação das diversas fácies que a compõem (Universidade de Brasília; Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 2007).

Os granitos tipo A datam de paleo a mesoproterozoicos e constituem várias intrusões distribuídas nas porções centro-norte e nordeste de Goiás. O domínio da porção norte da Província Estanífera de Goiás está subdividido em dois: a Subprovíncia Tocantins, a oeste (Granitos Serra Dourada, Serra do Encosto, Serra da Mesa, Serra Branca, Bom Sucesso de Baixo, Chapada de São Roque, Florêncio, Pirapitinga, Serra da Cangalha e Raizaminha), e a Subprovíncia Paranã, a leste (Granitos Serra do Mendes, Fazenda Poção, Mangabeira, Mocambo, Pedra Branca, Soledade, Sucuri e Serra da Cangalha) (Marini; Botelho, 1986; Moreira *et al.*, 2008). Esses granitos constituem dois grupos química e cronologicamente distintos. As idades mais antigas (1,77 Ga) (U/Pb em zircão), Pimentel *et al.* (1991) foram atribuídas ao grupo g1, e as idades mais novas (1,6 Ga) (U/Pb em zircão) Pimentel *et al.* (1991) foram atribuídas ao grupo g2 (Botelho *et al.*, 1993).

Posteriormente, foi proposto que existiriam mais de dois eventos geradores dos granitos tipo A e, a partir da análise de monazitas presentes em granitos g2, obteve-se uma idade de 1,74 Ga. Assim, os granitos g1 e g2 passaram a ser denominados como granitos pb1 e pb2, incluídos na suíte Pedra Branca, de idade estateriana (1,74 – 1,77 Ga) (Teixeira, 2002).

O potencial mineral desses granitos anorogênicos incluem potencial para Sn nos granitos das sub-províncias Tocantins e Paranã, onde já são reportados depósitos associados a processos de greisenização e albitização e de onde são extraídas cassiterita e também gemas (berilo, tantalita, esmeralda e água-marinha) através de pequenas operações garimpeiras (Lacerda Filho; Rezende; Silva, 1999). Mineralizações do tipo *greissen* são reportadas no Maciço Serra Branca em Cavalcante, no granito encruzilhada em Ipameri, no Maciço Serra Dourada em Minaçu (depósito Pela Ema), no Maciço Pedra Branca em Monte Alegre de Goiás e em Nova

Roma.

Além de Cassiterita, o Maciço Serra Dourada também hospeda o maior depósito de Elementos Terras Raras (ETRs) do Brasil. Trata-se do Depósito Pela Ema da Mineração Serra Verde, um depósito de classe mundial com mais de 1 bilhão de toneladas (reserva + recurso), com teores de 0.12% e que está em fase de implantação. O depósito é do tipo supergênico hospedado no perfil saprolítico do Biotita Granito Serra Dourada e os ETRs estão contidos em argilas, sendo classificado como do tipo íon adsorvido em argilas (*Ion Adsorbed in Clay*) (Santana; Botelho, 2022). Corpos graníticos do entorno do Granito Serra Dourada, com mesma assinatura geoquímica (Ex. Granito Serra do Encosto), representam potencial para novas descobertas de depósitos de ETR na região.

1.3.3 Complexos máfico-ultramáficos acamadados

Na porção norte da Faixa Brasília, mais ou menos entre as cidades de Barro Alto e Minaçu, a zona interna da Faixa Brasília inclui a presença de três complexos máfico-ultramáficos acamadados. Eles constituem um expressivo conjunto de corpos granulíticos segmentados, que se estende por cerca de 350km, alinhado na direção NNE-SSW (Lacerda Filho; Rezende; Silva, 1999). Esses corpos estão alojados em terrenos granito-gnaissicos fortemente deformados e que estão bordejados a oeste pelas sequências metavulcanossedimentares Palmeirópolis, Indianópolis e Juscelândia (Lacerda Filho; Rezende; Silva, 1999). Esse complexo máfico-ultramáfico compreende uma das maiores e mais importantes províncias metalogenéticas do estado de Goiás, de onde têm sido extraídos, principalmente, níquel laterítico, bauxita e amianto crisotila.

Os complexos são denominados, de norte a sul:

(a) Complexo Máfico-Ultramáfico Cana Brava, que compreende um corpo com dimensões de 40km x 11km dividido em três zonas: (a) zona máfica inferior, onde predominam metapiroxenitos; (b) Zona Ultramáfica, onde ocorrem metaperidotitos e metapiroxenitos; e (c) Zona Máfica Superior, onde ocorre uma associação variada de rochas, incluindo metanoritos, metagabronoritos, metapiroxenitos e metawebsteritos (Lacerda Filho; Rezende; Silva, 1999). O maior depósito do complexo é o depósito de amianto crisotila de Cana Brava, localizado próximo à cidade de Minaçu. O depósito tem reservas de cerca de 150 milhões de toneladas de minério com teor médio de 3.5wt. % de crisotila, sendo que a mineralização ocorre hospedada em metaperidotitos, e metaortopiroxenitos da Zona Ultramáfica, que foram serpentinizados em graus variados durante o Neoproterozoico (0.63Ga) (Biondi, 2014). A exploração do

depósito é realizada pela SAMA - Minerações Associadas, que chegou a ser a terceira maior produtora de amianto crisotila do mundo, mas atualmente está com as operações paralisadas devido a questões judiciais envolvendo o amianto;

(b) Complexo de Niquelândia, que é caracterizado por uma sequência de intrusões acamadadas, com cerca de 40km x 15km de extensão, interceptado a norte e a sul por falhas transcorrentes de direção geral E-W e balizados por zonas de cisalhamento contracionais no contato com as rochas da Sequência Juscelândia (Lacerda Filho; Rezende; Silva, 1999). Assim como o Complexo Cana Brava, sua estratigrafia é dividida em: (i) Zona Máfica Inferior, situada na borda leste do complexo, que é constituída por gabronorito, websterito e norito; (ii) Zona Ultramáfica, constituída por dunito, piroxenito, harzburgito websterito e ortopiroxenito interacamadados e, ainda, lherzolito e cromitito subordinados; e (iii) Zona Máfica Superior, onde ocorrem gabronorito, norito, websterito e, subordinadamente, harzburgito (Medeiros; Ferreira Filho, 2001). O Complexo Niquelândia hospeda depósitos de níquel laterítico, além de mineralizações de platina e paládio (EGP). Teores anômalos de EGP estão associados ao harzburgito e ao websterito da Zona Máfica Superior (Medeiros; Ferreira Filho, 2001), enquanto depósitos de Ni laterítico derivam do intemperismo de dunito, peridotito e piroxenito da Zona Ultramáfica (Colin *et al.*, 1990). Os depósitos de Ni laterítico do Complexo de Niquelândia têm sido lavrados pela Codemin, subsidiária da Anglo *American*, cujas operações começaram em 1982, além da Níquel Tocantins. As reservas iniciais eram da ordem de 60Mt @1.45% Ni para o complexo como um todo;

(c) Complexo de Barro Alto, que tem dimensões de 150km x 30km e é uma das maiores intrusões acamadadas do Brasil (Lacerda Filho; Rezende; Silva, 1999). Similar às demais sequências, tem sido dividido em três zonas: (i) Zonas Máfica Inferior, composta por metagabros, metanoritos, metagabronoritos e metatroctolitos com intercalações de metapiroxenitos e metadioritos granulitizados; (ii) Zona Ultramáfica, composta por ultramáficas serpentinizadas como metadunitos, metapiroxenitos e metaperidotitos; e (iii) Rochas Supracrustais, representadas por leptinitos, granulitos félsicos, quartzitos portadores de silimanita, cianita e granada, além de paragnaisses, granulitos máficos, níveis de *metachert* e de rochas calcissilicáticas (Moreira *et al.*, 2008). O complexo abriga depósitos de bauxita — cujas reservas iniciais eram da ordem de 160 milhões de toneladas e que se desenvolveram pela alteração de anortositos (Oliveira *et al.*, 2013) — e depósitos de níquel laterítico (Baêta, 1986) — que atualmente é o maior e mais economicamente importante depósito da região. O depósito de níquel, cujas reservas iniciais eram da ordem de 115Mt @1.45% Ni, está

associado ao intemperismo de rochas ultrabásicas parcialmente serpentinizadas (Lacerda Filho; Rezende; Silva, 1999).

1.3.4 Zona interna da faixa Brasília

Rochas pertencentes à Zona Interna da Faixa Brasília (Fuck, 1994) no estado de Goiás, também chamada de núcleo metamórfico da Faixa Brasília (Pimentel, 2016), abrangem a porção centro-leste do estado. Nessa região ocorrem, principalmente, rochas metamórficas de médio a alto grau, cujos protólitos representam: (i) sequências supracrustais (e.g., Grupo Araxá e Complexo Anápolis-Itauçu) interpretadas, pelo menos em parte, como bacias de margem passiva (Valeriano, 2017) associadas a corpos ultramáficos, interpretados como lascas de sequências ofiolíticas (Strdeder; Nilson, 1992); e (ii) sequências metavulcanossedimetares de meso- a neoproterozoicas, interpretadas como bacias de margem de arco (Moreira *et al.*, 2008) ou de fundo oceânico (Moraes *et al.*, 2006).

As sequências supracrustais neoproterozoicas compreendem rochas metamórficas de alto grau, granulitos, ortognaisses, paragnaisses e migmatitos — associadas ao Complexo Anápolis-Itauçu (Barbosa *et al.*, 1966; Moraes *et al.*, 2002; Piuzana *et al.*, 2003) — e rochas metamórficas de médio grau (granada mica xistos, quartzitos, anfibolitos e mármores) — associadas ao Grupo Araxá (Piuzana *et al.*, 2003; Navarro *et al.*, 2014; Valeriano, 2017). Essas rochas ocupam uma ampla área na porção centro-sul do estado e têm sido amplamente exploradas como agregados para construção civil e, em alguns casos, como rocha ornamental. Rochas do grupo Araxá, em especial xistos, têm sido lavrados em diversas pedreiras de tamanho e porte variados, normalmente localizadas próximas a centros urbanos, para a produção de brita. Similarmente, gnaisses do Complexo Anápolis-Itauçu também têm sido lavrados para brita em diversas pedreiras, em especial na região de Goiânia e Anápolis. Destaca-se também a lavra de quartzitos para rocha ornamental e calçamento na região de Pirenópolis e o potencial, ainda pouco explorado, para rochas ornamentais dos gnaisses e migmatitos associados ao Complexo Anápolis-Itauçu.O

Encaixado nos metassedimentos do Grupo Araxá, há a ocorrência de corpos de rochas ultramáficas, interpretadas como parte de uma melange ofiolítica (Strdeder; Nilson, 1992). Trata-se de lentes de sepentinitos e actinolita/talco xistos de tamanho variado que podem conter níveis de cromita podiforme. Segundo a literatura (Miliotti, 2019), esses corpos possuem potencial para exploração de cromo e platinoides, nos casos em que estão associados à cromita podiforme. Nesse contexto, destacam-se os corpos de Morro Feio, próximo a Hidrolândia (Miliotti, 2019), que chegou a ser pesquisado para cromo pela empresa

Magnesita S.A., além dos maciços de Cromínia e Mairipotaba (Angeli *et al.*, 2010) e de pequenos corpos na região de Abadiânia (Strdeder; Nilson, 1992), onde é reportada a presença de cromita.

As sequências metavulcanossedimentares localizadas na Zona interna da Faixa Brasília incluem uma série de sequências neoproterozoicas (em Maratá, Rio do Peixe e Rio Veríssimo) e mesoproterozoicas (em Palmeirópolis, Indaianópolis e Juscelândia) (Moreira *et al.*, 2008). Segundo Lacerda Filho, Rezende e Silva (1999), no geral essas sequências são constituídas por uma grande variedade de rochas que incluem anfibolitos finos, frequentemente granadíferos, associados com *metacherts* ferríferos, metandesitos, metadacitos, talco xistos, biotita-muscovita xisto com granada e cianita, estaurolita xistos, calcixistos, mármores, muscovita xistos, grafita xistos, quartzitos ferruginosos e sericita quartzitos, cujas paragêneses minerais dos diversos litótipos dessas sequências sugerem condições metamórficas das fácies xisto verde alto a anfibolito. Segundo os autores, muitas dessas sequências possuem mineralizações auríferas associadas à zona de cisalhamento.

As sequências de idade neoproterozoica incluem:

(i) A Sequência Metavucanossedimentar Maratá (Valente, 1986; Moreira *et al.*, 2008), que é mapeada como uma faixa aproximadamente N-S com de cerca de 120 km de extensão localizada a leste de Caldas Novas. Pouco se sabe sobre o potencial econômico dessa unidade, entretanto há registro de ocorrências de ouro na região de Santa Cruz de Goiás, que são atribuídas à sequência Maratá (Leonardos, 1990);

(ii) A Sequência Metavulcanossedimentar Rio do Peixe, que está exposta de forma interdigitada às rochas do grupo Araxá na porção central da Faixa Brasília (Moreira *et al.*, 2008). Seu potencial econômico ainda é pouco conhecido.

As sequências metavulcanossedimentares mesoproterozoicas de Palmeirópolis, Indaianópolis e Juscelândia ocorrem adjacentes à margem oeste dos complexos máfico-ultramáficos de Cana Brava, Niquelândia e Barro Alto respectivamente. São compostas por uma grande variedade de rochas que incluem anfibolito, metagrauvaca, metatufo, brecha vulcânica, metaconglomerado, *metachert*, formações ferríferas bandadas, granada-mica xisto, metarriolito, rochas calcissilicáticas, entre outras (Moreira *et al.*, 2008).

A Sequência Palmeirópolis hospeda ocorrências e depósitos de Zn-Cu-Pb do tipo VMS. O depósito mais conhecido da sequência é o depósito de Zn-Cu-Pb-Ag Palmeirópolis, que atualmente faz parte do Projeto Palma, da empresa Alvo *Minerals*. O projeto está, na verdade, localizado no estado de Tocantins, próximo ao limite com o estado de Goiás, e está em fase de exploração avançada com recursos inferidos da ordem de 4.600.000t @ 1% Cu, 3,9% Zn, 0.4% Pb & 20g/t Ag.

Além das sequências supracrustais metavulcanossedimentares, a Zona Interna da Faixa Brasília também é composta por uma série de rochas ígneas ou metaígneas cuja composição varia de ácida a básica-ultrabásica e com idades que variam do Paleoproterozoico ao final do Neoproterozoico. Muitas dessas intrusões estão no contexto do Arco Magmático de Goiás, que será tratado em tópico específico. Essas intrusões incluem: (a) gnaisses félsicos e metagranitos paleoproterozoicos da Suíte Jurubatuba; (b) granodioritos e tonalitos ediacaranos do tipo Rio Piracanjuba; (c) dioritos, granitos, granodioritos e monzonitos ediacaranos da suíte Itaporanga; (d) granitos criogenianos do tipo Ipameri e do tipo Cachoeira do Maratá; (e) granitos tonianos do tipo Aragoiânia; e (f) intrusões máficas a ultramáficas de piroxenito, gabro, diorito e anortosito, da idade do Ediacarano e associadas à suíte Anicuns-Santa Bárbara (Moreira *et al.*, 2008). No contexto da zona interna, essas intrusões félsicas e intermediárias são exploradas principalmente para a produção de agregados da construção civil (brita).

1.3.5 Zona externa da faixa Brasília

A zona externa da Faixa Brasília é constituída por unidades metassedimentares dos grupos Paranoá e Canastra, pelas formações Vazantes e Ibiá, além de porções do embasamento destas; estão estruturados em uma tectônica tangencial para leste, assim formando, no sentido do Cráton São Francisco, empurrões de antepais (Fuck *et al.*, 1993; Fuck, 1994).

A norte da Faixa Brasília, há uma estreita faixa da Formação Minaçu, unidade de litroestratigrafia superior do Grupo Paranoá, composta de reconhecidas rochas psamo-pelíticas e carbonáticas, as quais estão fortemente deformadas e metamorfizadas (Zona da Granada) (Fuck, 1994). Rochas do embasamento, representadas por associações vulcano-sedimentares, Formação Ticunzal, grupos Araí e Serra da Mesa, além de granitos estaníferos, também estão expostas nessa região. Todo o conjunto foi submetido em intensidades variáveis aos eventos tectônicos brasilianos e cavalgam para leste por sobre o Grupo Bambuí. Mais a sul, na mesma região, envolvendo o Distrito Federal, são expostos amplamente afloramentos do Grupo Paranoá, também com predomínio de dobras e empurrões. Mais a leste, os litotipos do Grupo Paranoá cavalgam sobre o Grupo Bambuí, marcadamente pela frente de empurrões da Serra Geral de Paranã. A oeste, a zona externa exibe limite marcado por zonas de cisalhamento em baixo ângulo, onde o Grupo Paranoá é cavalgado por granito-gnaisses milonitizados, e estes, ao seu turno, são sobrepostos por empurrões constituídos de rochas máfico-ultramáficas dos complexos Cana Brava, Niquelândia e Barro Alto (Fuck, 1994).

A porção meridional da faixa externa é constituída por rochas metassedimentares das

formações Vazante, Ibiá e do Grupo Canastra, seguindo a mesma estruturação com empurrões para leste, em sentido ao cráton, e exibindo contatos de caráter tectônico entre as diferentes unidades litoestratigráficas. A associação dos litotipos são típicas de margem continental passiva, com inclusão de sequências argilosas e argilo-dolomíticas contendo estromatólitos de barreira recifal na formação Vazante, além de filitos carbonosos e sequências siliciclásticas no Grupo Canastra. A Formação Ibiá, composta por metaconglomerados e xistos calcíferos (caráter *flyschoide*), indicam a passagem para ambientes marinhos mais profundos. Nessa porção mais a sul da zona externa, empurrões diversos colocam rochas do Grupo Araxá por sobre a Formação Ibiá e o Grupo Canastra (Fuck, 1994).

Em termos metalogenéticos, segundo Lacerda Filho, Rezende e Silva (1999) e Lacerda Filho *et al.* (2021), os depósitos de manganês do estado de Goiás distribuem-se em dezenas de pequenas ocorrências de caráter supergênico. Tais ocorrências são constituídas por óxidos de manganês e representadas sobretudo por psilomelana e pirolusita, sempre associados a processos de lateritização com idade tércio-quaternária. As principais ocorrência do estado estão situadas em São João D'Aliança, Itaberaí, Luziânia, Uruaçu, Cavalcante, Niquelândia e Palmeiras de Goiás, as quais perfazem como um todo 440.403 toneladas de minério e cujo teor médio é de cerca de 39,5% de Mn.

Cumpre salientar que as jazidas e ocorrências de manganês situadas do âmbito da zona externa localizam-se nos municípios de São João D'aliança, Luziânia, Alexânia e Cavalcante. As ocorrências de jazidas de manganês, na região de São João D'Aliança, englobam, além desse município, os de Água Fria, Formosa e Alto Paraíso de Goiás. Originam-se por enriquecimento supergênico residual, no qual são reconhecidas duas fases distintas, a saber: (i) natureza sedimentar, relacionada aos pelitos do Grupo Paranoá; (ii) concentrações supergênicas em fases oxidadas, geradas por meio de processos intempéricos quando da evolução geomorfológica do cenozoico no decorrer dos ciclos Sul-Americano e Velhas. Em maior detalhe, a fase (i) constitui-se em crosta manganífera aluvionar, originando pisólitos de óxido de manganês, estes como agregados argilas. Por sua vez, a fase (ii) origina feição em bolsões irregulares.

Os autores supracitados atribuem os condicionantes das mineralizações a alguns atributos: em primeiro lugar, *litoestratigráficos* e correlacionados a pelitos do Grupo Paranoá; em segundo lugar, *geomorfológicos*, associados ao desenvolvimento de lateritas nos pelitos e situados nas porções topograficamente mais elevadas (topos) — cujas elevações representam remanescentes da superfície Sul-Americana — ou nas encostas dos vales — causadas pela dissecação das superfícies anteriores e originadas durante o ciclo Velhas —; e, por fim, *condicionante estrutural*, caso em que as ocorrências mais promissoras se posicionam em

meio a zonas de fraturamentos ligados a dobras antiformes locais, cuja infiltração de água propicia melhores condições à atuação de processo supergênico.

Em geral, os corpos de minério possuem pequenas dimensões, inferiores a 2 m de espessura (camadas ou bolsões), e afloramentos (blocos) menores que 3 m. A zona de rolados e blocos com pouca espessura alcança um máximo de 4 m, com média de 1 m. São reconhecidas concentrações que não ultrapassam 300 m X 200 m em área e profundidades de até 4 m. O minério principal é constituído por psilomelana e por quantidades variáveis de pirolusita e litioforita. A pirolusita, aliás, preenche cavidade e fissuras ou também está disposta em extensas massas de minério.

Em suma, para Lacerda Filho, Rezende e Silva (1999) e Lacerda Filho *et al.* (2021), os depósitos manganesíferos de São João D'Aliança, por meio de análise realizada, permitem estabelecer as seguintes conclusões: (a) O alto teor em Al_2O_3 reflete o contexto de rochas argilosas compostas juntamente ao minério; (b) A falta ou não detecção de Ca, Mg e Na indica carência em protominério (pelito); (c) O teor em SiO_2 baixo demonstra forte processo de lixiviação; e (d) O teor em Fe baixo denota eficiência do comportamento geoquímico em processo de separação de Fe e Mn. Nesse sentido, conforme classificação comercial para Mn, o minério de São João D'Aliança apresenta tipificação como metalúrgico com aplicação na fabricação de ferroligas, reconhecido como minério de alto a médio teor.

A zona externa registra também importantes jazidas com enriquecimento de Au, As, Ag, Zn, Pb e Ag, situadas no município de Paracatu, Minas Gerais. Embora fora dos limites do estado, adquire relevância pelo posicionamento no Membro Morro do Ouro, unidade basal da Formação Paracatu do Grupo Canastra, cuja continuidade, para norte, adentra aos limites de Goiás.

O depósito Morro do Ouro é classificado como orogênico, relacionado ao ciclo Brasiliano, caracterizado por veios de grande porte (Oliver *et al.*, 2015) associados a fluidos metamórficos (Freitas-Silva, 1996 *apud* Santos *et al.*, 2020). Os filitos mineralizados foram submetidos a intensa deformação, com *boudins* de quartzo em grande quantidade, elevado nível de sulfetação, com muscovita e quartzo presentes, e ausência de clorita junto à zona mineralizada em Au, As, Ag, Zn, Pb, Ag, C e S (Almeida, 2009).

Na mineralização do Morro do Ouro, são reconhecidos três controles, conforme vem: (i) controle litológico, no qual a mineralização está condicionada ao "protominério", inserido na Formação Paracatu (Membro Morro do Ouro); (ii) controle estrutural, visto que as mineralizações se alojam nos filitos em zonas transtensivas sub-horizontais, originando feições em duplex; e (iii) controle metamorfogênico, tendo como produto infiltração de fluidos metamórficos originados na pilha dos filitos carbonosos (Freitas-Silva, 1996 *apud*

Santos *et al.*, 2020).

Alguns outros depósitos auríferos na zona externa são referenciados por Cruz e Kuyumjian (1999), associados a rochas pelíticas, nas regiões de Luziânia e Buraco do Ouro, contudo sem fornecer informações sobre tipologia das mineralizações e unidades associadas.

1.3.6 Arco magmático de Goiás

O Arco Magmático de Goiás compreende uma região de crosta Neoproterozoica juvenil na parte oeste da Faixa Brasília. É dividida em dois segmentos pelo Maciço de Goiás: (i) o Arco de Mara Rosa, a norte, onde predominam rochas metaplutônicas (com composição de tonalítica a diorítica) e rochas metavulcano-sedimentares da sequência supracrustal associada; e (ii) o Arco de Arenópolis, na porção sul de Goiás, composto por ortognaisses tonalíticos, sequências metavulcânicas intermediárias a ácidas, rochas sedimentares detríticas e complexos máfico-ultramáficos sin-orogênicos (Pimentel; Fuck, 1992).

As principais mineralizações no Arco Magmático de Goiás estão contidas em zonas de alteração hidrotermal em gnaisses de tonalíticos a dioríticos (ex. Chapada). É o caso de depósitos orogênicos de Au (em Posse, no Arco de Mara Rosa), das sequências metavulcanossedimentares (depósitos de Cu-Au e Au vulcanogênicos – em Zacharias, no Arco de Mara Rosa; e em Bom Jardim, no Arco de Arenópolis) ou acham-se vinculadas aos corpos intrusivos de natureza básica/ultrabásica (depósitos de Ni-Cu sulfetado de Americano do Brasil e Mangabal no Arco de Arenópolis) - Oliveira *et al.* (2014).

A mina de Chapada se destaca no Arco de Mara Rosa, com recursos totais de >1.09Bt @ 0.24Cu% + 0.15g/tAu (https://www.lundinmining.com/operations/chapada/), além de potencial de recursos adicionais decorrentes de pesquisa mineral em andamento. O depósito caracteriza-se como Cu-Au porfirítico, correlacionado a processos hidrotermais em intrusões graníticas/gabro-dioríticas. As zonas de alteração hidrotermal consistem em uma ampla variação de xistos, magnetita-biotita gnaisses finos e anfibolitos (Oliveira *et al.*, 2014). No Arco Magmático de Arenópolis, destaca-se o depósito de ouro Fazenda Nova, classificado como um depósito do tipo *intrusion-related* associado à presença de diques máficos intrusivos em rochas metavulcânicas da Sequência Jaupaci e em contato com rochas metaplutônicas (Marques *et al.*, 2019). O depósito foi lavrado pela Yamana *Gold Inc.* de 2004 a 2008 e atualmente a mina se encontra desativada. Na região há diversas ocorrências de ouro em contexto geológico similar, sugerindo potencial exploratório para novas descobertas.

Além dos depósitos metálicos e preciosos mencionados acima, a região sul do Arco de Mara Rosa é conhecida pelos depósitos de esmeralda (ex. Campos Verdes) e cianita (ex. Serra das

Araras), e no Arco de Arenópolis se situa a maior reserva de vermiculita conhecida no Brasil, hospedada nas rochas ultramáficas da Suíte São Luís de Montes Belos.

1.3.7 Província alcalina de Goiás e Província Ígnea do Alto Paranaíba

A Província Alcalina de Goiás é subdividida em extrusões kamafugíticas extensas na porção sul (Santo Antônio da Barra), corpos sub-vulcânicos e diatremas na zona central (Amorinópolis e Águas Emendadas) e intrusões ultramáficas alcalinas no Norte (Santa Fé, Morro dos Macacos, Montes Claros, Morro do Engenho, Córrego dos Bois e Fazenda Buriti). É uma das maiores províncias kamafugíticas em volume do planeta, contudo carente de pesquisas, considerando o conjunto ainda limitado de estudos petrogenéticos relacionando às séries de rochas alcalinas (Brod *et al.*, 2005) e ao potencial pouco conhecido para a produção de minerais estratégicos para a cadeia produtiva local, como os agrominerais.

As províncias ígneas alcalinas a norte da Bacia do Paraná apresentam mineralizações multi-*commodities* e de grande extensão e volume, predominando depósitos de Nb, fosfato, ETR, Ti, Ba e vermiculita, presentes em complexos alcalino-carbonatíticos intrusivos (Tapira, Araxá, Salitre, Serra Negra e Catalão I e II). Já na Província Alcalina de Goiás, são conhecidos depósitos de Ni saprolítico associados às intrusões ultramáficas silicáticas da porção norte da província. Dentre estes, destacam-se os depósitos Morro do Engenho, Água Branca e Montes Claros (Lacerda Filho *et al.*, 2021), além de outros depósitos menores que juntos possuem recursos da ordem de 131 milhões de toneladas com teor de níquel em torno de 1,35%.

Atualmente, outras ocorrências minerais se destacam na região, como a produção de fertilizante de silicato de potássio no Município de Montes Claros (https://edemagrominerais.com.br/potassio-kmc/) e a presença de mineralização de fosfato em rochas carbonatíticas do Complexo Morro Preto (Nascimento, 2018). A Província Ígnea do Alto Paranaíba é constituída por derrames kamafugíticos (Formação Mata da Corda) e rochas silicáticas plutônicas, além de foscoritos e carbonatitos. Ela ainda possui vários depósitos minerais de classe mundial, como o depósito de Araxá (Nb-P-REE) no oeste de Minas Gerais e, no extremo sudeste goiano, os depósitos Catalão I e II (P-Nb-REE-Ti-Ba-vermiculita) - Ribeiro *et al.* (2014).

2 CONCEITOS E CLASSIFICAÇÃO DE RECURSOS E RESERVAS

Alguns protocolos internacionais (JORC na Austrália, 43101 no Canadá, SAMREC na África do Sul, CBRR no Brasil) estabelecem um sistema de classificação de estimativas de tonelagem e teor de maneira a separá-los em duas classes: (a) reservas de minério; e (b) recursos minerais. De maneira geral essas classes são organizadas da seguinte forma:

2.1 Recurso e reserva mineral

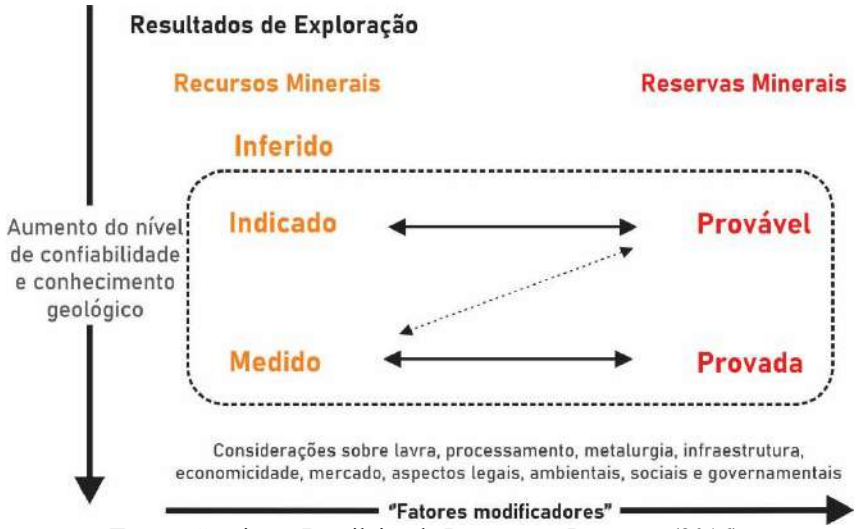
Segundo a Comissão Brasileira de Recursos e Reservas (Comissão Brasileira de Recursos e Reservas, 2016):

Recurso Mineral: é qualquer concentração ou ocorrência de material sólido de interesse econômico dentro ou na superfície da crosta terrestre, onde forma, teor ou qualidade e quantidade apresentem perspectivas razoáveis de extração econômica. A localização, quantidade, teor ou qualidade, continuidade ou outras características geológicas do Recurso Mineral são conhecidos, estimados ou interpretados a partir de evidências e conhecimentos geológicos específicos, incluindo amostragem (Comissão Brasileira de Recursos e Reservas, 2016).

Reserva Mineral: é a parte economicamente lavrável de um Recurso Mineral Medido e/ou Indicado. Isso inclui diluição e perdas que podem ocorrer quando o material é lavrado ou extraído e é definido apropriadamente pelos estudos nos níveis de Pré-Viabilidade ou de Viabilidade, que incluem a aplicação de Fatores Modificadores (Comissão Brasileira de Recursos e Reservas, 2016).

A Comissão Brasileira de Recursos e Reservas (CBRR), em linha com a maioria dos órgãos internacionais, subdivide os recursos em inferido, indicado e medido, e as reservas em provável e provada. Essas categorias refletem diferentes níveis de confiança, como observado na figura a seguir.

Figura 2 - Esquema de classificação de recursos e reservas minerais



Fonte: Comissão Brasileira de Recursos e Reservas (2016).

Segundo o guia da Comissão Brasileira de Recursos e Reservas (Comissão Brasileira de Recursos e Reservas, 2016): Um **Recurso Mineral Inferido** é aquela parte de um Recurso Mineral para o qual a quantidade, o teor ou a qualidade são estimados com base em evidências geológicas e amostragens limitadas. Evidências geológicas são suficientes para sugerir, mas não para atestar, a continuidade geológica e o teor ou qualidade. Um Recurso Inferido tem um nível de confiabilidade mais baixo do que aquele que se aplica a um Recurso Mineral Indicado e não deve ser convertido para Reserva Mineral. É razoável esperar que a maioria dos Recursos Minerais Inferidos possa ser convertida em Recursos Minerais Indicados com a continuidade da exploração.

Um **Recurso Mineral Indicado** é a parte de um Recurso Mineral para o qual a quantidade, o teor ou qualidade, a densidade, a forma e as características físicas são estimadas com confiabilidade suficiente para permitir a aplicação de Fatores Modificadores em detalhe suficiente para embasar o planejamento de mina e a avaliação da viabilidade econômica do depósito. Evidências geológicas são derivadas de exploração, amostragem e testes com detalhamento adequado e são confiáveis e suficientes para assumir a continuidade geológica, o teor ou a qualidade entre os pontos de observação. Um Recurso Mineral Indicado tem um nível mais baixo de confiabilidade do que o aplicado a um Recurso Mineral Medido e pode ser convertido apenas em Reserva Mineral Provável.

Um **Recurso Mineral Medido** é a parte de um Recurso Mineral para a qual a quantidade, o teor ou a qualidade, as densidades, as formas e as características físicas são estimadas com confiança o suficiente que permita a aplicação dos Fatores Modificadores para embasar o planejamento de mina detalhado e uma avaliação final de viabilidade econômica do depósito.

Evidências geológicas são derivadas de exploração, amostragem e testes detalhados e confiáveis e são suficientes para confirmar a continuidade geológica e o teor ou qualidade entre os pontos de observação. Um Recurso Mineral Medido tem um nível mais alto de confiabilidade do que aquele aplicado tanto a um Recurso Mineral Indicado quanto a um Recurso Mineral Inferido. Ele pode ser convertido em Reserva Mineral Provada ou em Reserva Mineral Provável.

Uma **Reserva Mineral Provável** é a parte economicamente lavrável de um Recurso Mineral Indicado e, em algumas circunstâncias, de um Recurso Mineral Medido. A confiabilidade nos Fatores Modificadores aplicados a uma Reserva Mineral Provável é mais baixa do que nos fatores aplicados a uma Reserva Mineral Provada.

Uma **Reserva Mineral Provada** é a parte economicamente lavrável de um Recurso Mineral Medido. Uma Reserva Mineral Provada implica um alto grau de confiança nos Fatores Modificadores.

2.2 Outros conceitos de padrão internacional, normalmente adotados pelo serviço geológico do Brasil – CPRM

Existem alguns termos utilizados para descrever a presença de concentrações minerais (em lavra ou não), cujo uso é mais livre, ou seja, não são controlados por um conjunto de regras relacionados ao nível de conhecimento geológico e/ou quantidade de dados disponíveis estabelecidos em códigos, como os mencionados acima. Esses termos, entretanto, são frequentemente encontrados na literatura envolvendo concentrações de minério e, portanto, é oportuna a apresentação do seu significado:

Ocorrência Mineral: Concentração mineral preliminarmente avaliada, em que foram reconhecidos alguns parâmetros geológicos, como associação mineralógica (mineral minério e ganga), rocha encaixante e/ou hospedeira, e se tem uma indicação aparente da morfologia e da extensão da mineralização.

Depósito Mineral: Concentração mineral avaliada por trabalhos de pesquisa com delineamento dos corpos mineralizados, com avaliação de reservas e teores de substâncias úteis e com conhecimento dos seus parâmetros geológicos/metalogenéticos.

Jazida: Depósito mineral economicamente viável, avaliado segundo as exigências do Código de Mineração.

Mina: Jazida em fase de lavra ou temporariamente paralisada.

Garimpo: Concentração mineral em explotação por processos geralmente rudimentares, executada de forma individual ou em regime de cooperativismo.

2.3 Descrição dos recursos e reservas minerais, distribuição por município e identificação dos gargalos de exploração

A diversidade geológica do estado de Goiás faz com que o estado seja produtor de uma ampla gama de recursos minerais (Figura 3 e Tabela 1) com grande potencial exploratório para novas descobertas. Atualmente há um grande número de processos de pesquisa mineral em andamento no estado (Figura 4). As maiores regiões produtoras do Estado são:

1- Região de Alto Horizonte, onde são produzidos Cu e Au;
2- Região de Barro Alto e Niquelândia, onde são produzidos Ni laterítico e bauxita;
3- Região de Crixás, Guarinos e Pilar de Goiás, onde se concentra boa parcela da produção de Au do estado;
4- Catalão e Ouvidor, onde são produzidos principalmente Nb e fosfato;

É nessas regiões também onde está localizada grande parte dos recursos e de reservas minerais do estado, o que mostra uma concentração dos trabalhos de exploração mineral no entorno de depósitos conhecidos.

2.3.1 Descrição dos recursos e reservas minerais do Estado de Goiás

Na Tabela 2 é apresentado um panorama dos principais recursos e reservas minerais do estado, dividido por tipo de bem mineral e município. As maiores reservas e recursos minerais do estado são de minerais metálicos (Ni, Cu, Al, Au, Nb), seguidos por recursos em minerais estratégicos (ETRs), agrominerais (calcário e fosfato), minerais industriais (amianto, vermiculita, wollastonita, calcário industrial), em menor expressão metais ferrosos (Mn). Há, ademais, outros bens cujos dados de reservas e de recursos são pouco conhecidos, apesar de se terem inúmeras ocorrências e pequenos depósitos no estado, a exemplo de cassiterita (Sn), ilmnenita (Ti), talco, ferro, cromita (Cr) e platinoides.

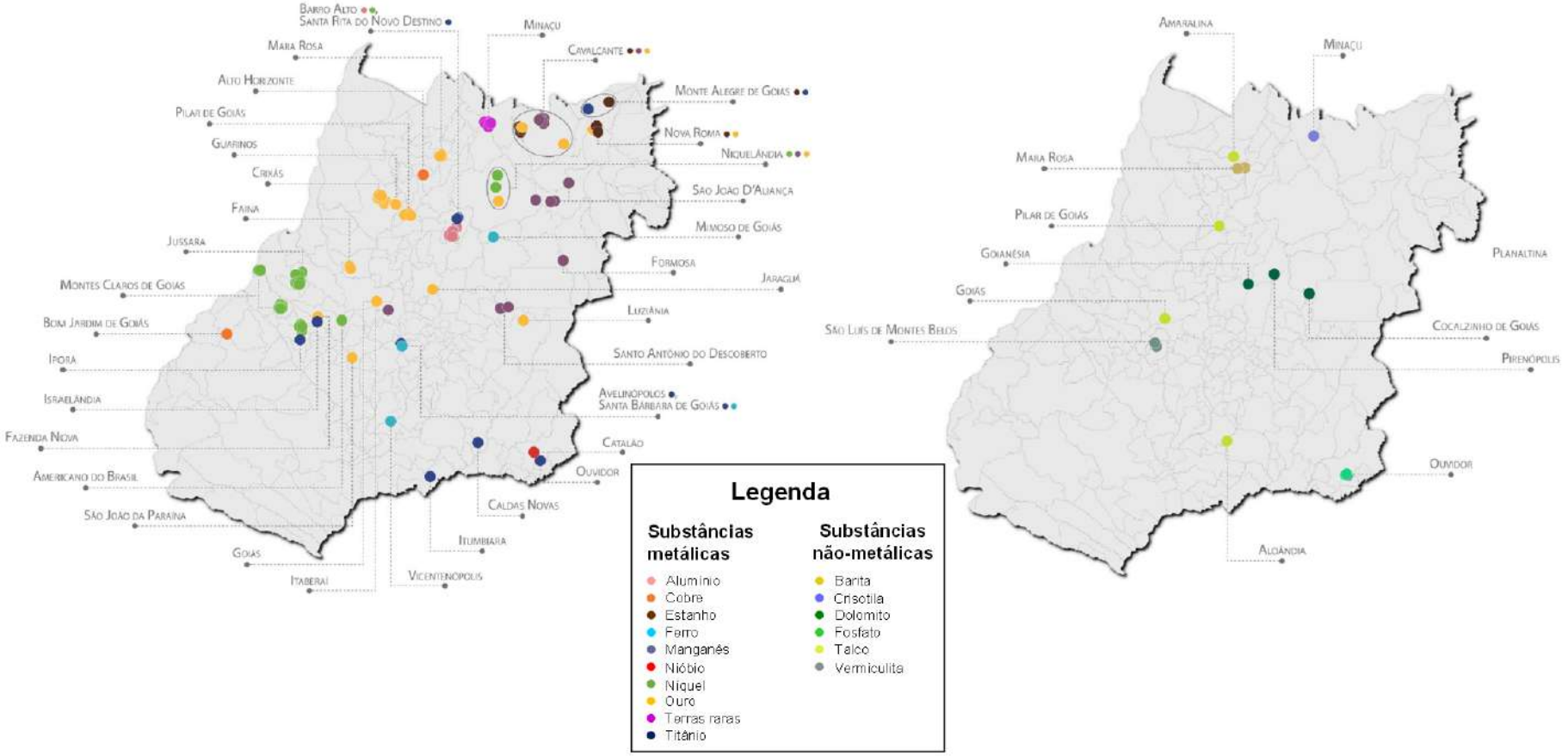
A maior parte dos recursos e das reservas de nióbio (Nb) e fosfato do estado estão localizados nos municípios de Catalão e Ouvidor, associados a complexos alcalino-carbonatíticos da Província Ígnea do Alto Parnaíba. As reservas cubadas de Nb giram em torno de 220 milhões de toneladas e os recursos, em torno de 565 milhões de toneladas com teores que variam de 0.2% a 1%. Já as reservas de fosfato estão em torno de 260 milhões de toneladas e os recursos, em torno de 650 milhões de toneladas com teores que variam de 10.5 a 12.6%. A região também possui potencial para a produção de ETRs leves com recurso global estimado em 105Mt e com teores variando de 1% a 8.7%. Esse recurso está basicamente associado aos corpos alcalino-carbonatíticos Catalão I e Catalão II. O aproveitamento desse recurso ainda

depende de desenvolvimento tecnológico e está sendo estudado pela CMOC do Brasil, proprietária dos direitos minerários.

Apesar de haver uma concentração dos recursos e reservas de Nb e fosfato na região de Catalão, ocorrências de rochas alcalinas na porção oeste do Estado representam um importante potencial exploratório para aumento dos recursos desses bens minerais no estado. Existem áreas requeridas para pesquisa de Nb e fosfato na região de Aruanã, Britânia, Jussara e Montes Claros de Goiás, e há também algumas áreas para pesquisa de fosfato na região de Formosa (Figura 4).

Para além dos recursos de ETR de Catalão, que ainda não são passíveis de aproveitamento econômico, a mina Pela Ema, na região de Minaçu e pertencente à Mineração Serra Verde, está em fase de implantação e tem reserva cubada de 350 milhões de toneladas e recurso estimado em 911 milhões de toneladas de minério com teor entre 0.12% e 0.15%, o que deverá ser responsável por boa parte da produção de ETRs do país nos próximos anos.

Figura 3 - Principais reservas minerais de Goiás – metálicos e não metálicos – ano-base 2017



Fonte: Agência Nacional de Mineração (2019).

Tabela 2 - Panorama da distribuição dos recursos e reservas dos principais bens minerais do estado de Goiás divido por município

continua

Município	Minério	Subprod.	Mina/Depósito	*Status*	Principais Empresas	Recursos	Reservas (Provável+Provada)	Ano-Base	Fonte
Minaçu	Amianto		Cana Brava - SAMA	Paral.	Eternit - SAMA	150Mt@ 3.5%Crisotila		?	A
Barro Alto	Al (Bauxita)		Indif.	Prod.	Terra Goyana Mineradora/Santo Expedito Ltda./CBA	~227Mt@ 52%Al2O3	-	2016	B
Alto Horizonte	Au		Suruca	Prod.	*Lunding Mining* - Mineração Maracá	147.5Mt@ 0.53g/t Au (M&I)	65.2Mt@ 0.51g/tAu	2022	C
Crixás	Au		Mina III; Mina Nova; Palmeiras; Ingá; Open Pit; Cajueiro; Pequizão	Prod.	Anglo *Gold* Ashanti - Mineração Serra Grande	38.35Mt@ 2.95g/tAu (M&I+Inf)	7.15Mt@ 2.41g/tAu	2022	D
Faina	Au		Cascavel; Sertão; Antena/Xupé; Sierra; Tinteiro	Prod.	Pilar *Gold*	?	?	2022	E
Fazenda Nova	Au		Fazenda Nova	?	Yamana Desenvolvimento Mineral	4.6Mt@ 4g/tAu	?	?	F
Guarinos	Au		Caiamar	Reaval.	Pilar *Gold*	0.72Mt@ 3,95g/t	-	2015	P
Guarinos	Au		Maria Lázara	Prod.	Pilar *Gold*	4.33Mt@ 3.99g/tAu	0.406Mt@ 1.46g/t (Provável)	2015	P
Mara Rosa	Au		Posse	Constr.	*Hochschild Mining*	32Mt@ 1.1g/tAu (M&I)	23.8Mt@ 1.18g/tAu	2022	G
Mara Rosa	Au	Ag; Ba	Zacarias	Paral.	?	0.65Mt@ 4.4g/tAu; 48g/tAg & 10%Barita	?	?	H
Pilar de Goiás	Au		Pilar	Prod.	Pilar *Gold*	15.8Mt@ 2.33g/tAu (M&I)	7Mt@ 1.18g/tAu	2018	I
Alto Horizonte	Cu	Au	Chapada	Prod.	*Lunding Mining* - Mineração Maracá	972Mt@ 0.23%Cu & 0.12g/t Au (M&I)	526.5Mt @ 0.24%Cu & 0.13g/tAu	2022	C

Continuação

Município	Minério	Subprod.	Mina/Depósito	*Status*	Principais Empresas	Recursos	Reservas (Provável+Provada)	Ano-Base	Fonte
Alto Horizonte	Cu	Au	Chapada *Stockpile*	Prod.	*Lunding Mining* - Mineração Maracá	-	129.2Mt@ 0.18%Cu & 0.11g/tAu	2022	C
Bom Jardim de Goiás	Cu	Co	Bom Jardim	Paral.	CPRM	4.5Mt@ 0.44%Cu	-	2016	J
Catalão/ Ouvidor	ETRs	TiO_2 Ba; U; Verm.	Mina Área I	Estudo	CMOC	78.9Mt@ 8.67%ETR_2O_3	-	?	S
Catalão/ Ouvidor	ETRs		Mina Área II	Estudo	CMOC	25Mt@ 0.98%ETR_2O_3	-	?	S
Minaçu	ETRs		Pela Ema	Constr.	Mineração Serra Verde	911Mt@ 0.12%TREO (M&I+Inf)	350Mt@ 0.15%TREO	2016	K
Água Fria de Goiás	Mn		Faz. Vereda /Vereda	Prod.	Mineração Boa Vista	?	?	?	-
Alto Paraíso de Goiás	Mn		Faz. Palmeiras; Alto Paraíso; Faz. Moinho; Faz. Modelo		?	?	?	?	-
Anicuns	Mn		Faz. São João		?	?	?	?	-
Caldas Novas	Mn		Indif.		?	?	?	?	-
Cavalcante	Mn		Raizama; São José; Escumadeira						
Itaberaí	Mn		Córrego Padre Felipe	Paral.	?	~0.44Mt@ 39.5%Mn**	?	1999	R
Luziânia	Mn		Rio Mesquita						
São João D'Aliança	Mn		Indif.	Prod.					

Continuação

Município	Minério	Subprod.	Mina/Depósito	*Status*	Principais Empresas	Recursos	Reservas (Provável+Provada)	Ano-Base	Fonte
Ouvidor/ Catalão	Fosfato (P_2O_5)		Indif.	Prod.	Mosaic Fertilizantes	152.1Mt@ 10.5%P2O5 (M&I)	84.6Mt@ 10.8%P2O5	2021	
Ouvidor/ Catalão	Fosfato (P_2O_5)		Mina Área II	Prod.	CMOC Brasil	429.2Mt@ 11.6%P2O5	176.75Mt@ 12.65%P2O5	2021	
Ouvidor/ Catalão	Nb (Pirocloro)		Mina Área I	Prod.	Niobras Mineração - CMOC Brasil	137.4Mt@ 1.05%Nb	42.9Mt@ 0.96%Nb	2021	M
Ouvidor/ Catalão	Nb (Pirocloro)		Mina Área II	Prod.	Niobras Mineração - CMOC Brasil/Copebras Industria Ltda.	429.2Mt@ 0.23%Nb	176.75Mt@ 0.23%Nb	2021	M
Barro Alto	Ni		Indif.	Prod.	Anglo *American* Níquel Brasil Ltda	12.5Mt@ 1.09%Ni (M&I) - Saprolito + 6.9Mt@ 1.26%Ni (M&I) - Laterita	42.9Mt@ 1.29%Ni	2022	N
Diorama	Ni		Diorama	Reaval.	?	11.1Mt @ 1.33%Ni	-	?	O
Iporá	Ni		Iporá	Reaval.	?	13.6Mt@ 1.45%Ni	-	?	O
Jussara	Ni		Tira-Pressa	Reaval.	?	45.6Mt@ 1.55%Ni	-	?	O
Montes Claros de Goiás	Ni		Morro do Engenho	Reaval.	Serviço Geológico do Brasil (CPRM)	38.6Mt@ 1.1%Ni (M&I+Inf.)	-	2000	O
Montes Claros de Goiás	Ni		Indif.	Reaval.	CBA	49.9Mt@ 1.26%Ni	-	?	O
Niquelândia	Ni		Indif.	Prod.	Anglo *American* Níquel Brasil Ltda.	2.5Mt@ 1.25%Ni (M&I)	6.2Mt@ 1.24%Ni	2022	N
Santa Fé de Goiás	Ni		Água Branca	Reaval.	?	4.5Mt @ 1.4%Ni	-	?	O
Santa Fé de Goiás	Ni		Santa Fé	Reaval.	Serviço Geológico do Brasil (CPRM)	1.8Mt @1.4%Ni	-	?	O

Conclusão

Município	Minério	Subprod.	Mina/Depósito	*Status*	Principais Empresas	Recursos	Reservas (Provável+Provada)	Ano-Base	Fonte
Cavalcante	Sn		Serra Branca	?	?				
Monte Alegre de Goiás	Sn		Pedra Branca 1	Prod.	Garimpo				
Nova Roma	Sn		Pedra Branca 2	?	?	~17.8Mm³ @ 0.7Kg/m³Cassiterita (M)	-	1999	R
Minaçu	Sn		Pela Ema	?	?				
Cromínia	Talco		Ribeirão Santa Bárbara	?	?	?	?	-	-
Catalão/ Ouvidor	Titânio TiO_2		Mina Área I	Estudo	CMOC do Brasil	339Mt @ >10%TiO2	-	-	S
Sanclerlândia/ São Luís de Montes Belos	Vermiculita		Faz. Córrego Seco/Faz. Bacupari/ Brasilândia/Faz. Santa Maria	Prod.	Brasil Minérios	-	~5Mt@ 20%Vermiculita	2022	Q
Ouvidor	Vermiculita		Faz. Chapadão/Faz. Mundo Novo	Constr.	Brasil Minérios	-	~10Mt@ 20%Vermiculita	2022	Q
Catalão/ Ouvidor	Vermiculita	Ba; U	Mina Área I	Estudo	CMOC do Brasil	35.9Mt @17%TiO_2	-	?	S

TREO = LREO+ HREO (LREO = CeO2+ La2O3+ Nd2O3+ Pr6O11+ Sm2O3; HREO = Eu2O3+ Gd2O3+ Yb2O3+ Dy2O3+ Er2O3+ Ho2O3+ Lu2O3+ Tb4O7+ Tm2O3+ Y2O3); **M&I** = Recurso Medido + Recurso Indicado; **(M&I+Inf)** = Recurso medido + indicado + inferido; **Mt** = Milhões de Toneladas; **%** = Porcentagem; **g/t** = Gramas por toneladas; **@** = à; **?** = Informação não encontrada ou inconsistente; **Prod.** = Depósito com mina em produção; **Paral. =** Depósito com mina paralisada, mas que ainda possui recurso; **Contr.** = Depósito com mina em fase de implantação e/ou construção; **Reaval.** = Depósito com mina em fase de reavaliação ou com recurso cubado à espera de investimento; **Estudo** = recursos em estudo de aproveitamento; ****** = Valor de recurso e/ou reserva para um conjunto de depósitos em municípios diferentes; **Mm³** = Milhões de metros cúbicos; **Kg/t** = Quilogramas por tonelada.

[A]: Biondi (2014).

[B]: Costa (2016).

[C]: https://lundinmining.com/operations/reserves-and-resources/

[D]: https://reports.anglogoldashanti.com/22/wp-content/uploads/2023/04/AGA-RR22.pdf

[E]: https://www.pilargold.com/_resources/presentations/Pilar%20Gold%20Investor%20Presentation%20-%20January%202023.pdf?v=0.734

[F]: Marques *et al.* (2019).

[G]: https://www.hochschildmining.com/where-we-operate/advanced-projects/mara-rosa/

[H]: James (2022).

[I]: https://www.miningnewsfeed.com/reports/Pilar_Technical_report_12202018.pdf
[J]: Lacerda Filho *et al.* (2021).
[K]: https://clientesinterativa.com.br/bccc-events/uploads/files/2017-03/58c6d7b3e9c66.pdf
[L]: https://s1.q4cdn.com/823038994/files/doc_financials/2021/q4/MOS-2021.12.31-10K-Full-Draft-IR.pdf
[M]: https://minedocs.com/23/CMOC-AR-12312021.pdf
[N]: https://www.angloamerican.com/~/media/Files/A/Anglo-American-Group-v5/PLC/investors/annual-reporting/2022/ore-reserves-and-mineral-resources-report-2022.pdf
[O]: Radaelli (2000).
[P]: https://www.miningdataonline.com/reports/Pilar_Technical_Report_05122016.pdf
[Q]: Relatório Interno Brasil Minérios.
[R]: Lacerda Filho, Rezende e Silva (1999).

Fonte:

No município de Minaçu, também está o maior recurso de amianto do estado: são cerca de 150 milhões de toneladas com teor de 3.5% de crisotila. Atualmente, a lavra, a produção e o beneficiamento de crisotila foram proibidos no Brasil por decisão do Supremo Tribunal Federal e, portanto, a lavra encontra-se paralisada.

A sudoeste de Minaçu, é nos municípios de Niquelândia e Barro Alto onde está a maior parte das reservas cubadas de Ni laterítico. Em Barro Alto também é onde se encontra a maior parte dos recursos de bauxita do estado. As reservas cubadas de Ni na região são da ordem de 42 milhões de toneladas com teor de 1.29%Ni, já o recurso (medido e indicado) é de aproximadamente 20 milhões de toneladas com teor médio de 1.15%Ni, distribuídos em dois horizontes do depósito, um no horizonte laterítico (~7 milhões de toneladas) e o outro no horizonte saprolítico (12.5 milhões de toneladas).

Além dos Complexos Máfico-Ultramáfico Acamadados da região de Barro Alto e Niquelândia, a porção oeste de Goiás compreende uma das mais importantes fronteiras exploratórias do estado. Há recursos estimados em pelo menos 7 depósitos nessa porção oeste (Radaelli, 2000), localizados nos municípios de Iporá, Jussara, Montes Claros de Goiás e Santa Fé de Goiás. Somados, esses recursos chegam a 154 milhões de toneladas com teores que variam de 1.1%Ni a 1.4%Ni.

Os recursos de bauxita da região de Barro Alto estão estimados em aproximadamente 227 milhões de toneladas com teor de 52% (Costa, 2016). Não há informações públicas de reservas cubadas para os depósitos, embora alguns autores (Oliveira *et al.* 2013) citem reservas da ordem de 160 milhões de toneladas. Atualmente há pelo menos três empresas com minas em produção na área.

A região de Alto Horizonte é onde está a maior parte dos recursos e reservas minerais de Cu e boa parte dos recursos e reservas de Au do estado. Em Alto Horizonte o depósito de classe mundial de Chapada possui recurso estimado de 972 milhões de toneladas e reserva cubada de 526 milhões de toneladas com teor de 0.24% de Cu e 0.12g/t de Au. Assim, Alto Horizonte se destaca como um dos maiores depósitos minerais do estado. Soma-se a ele o depósito de ouro Suruca, localizado próximo ao complexo da Mina de Chapada, com recurso de 147 milhões de toneladas e reserva de 65 milhões de toneladas com teores de cerca de 0.5g/tAu.

Ainda dentro do mesmo contexto geológico (Arco Magmático de Mara Rosa), na cidade de Mara Rosa, o depósito de Posse, atualmente com mina em fase de implantação pela empresa *Hochschild Mining*, possui recurso estimado em 32 milhões de toneladas com teor de 1.1g/tAu (medido + indicado) ou 1.2 milhão de onças de ouro. A reserva cubada do depósito é de 23 milhões de toneladas com teor de 1.18g/tAu ou 902 mil onças de ouro, o que faz com que a região Mara Rosa, junto com Alto Horizonte, possua os maiores recursos de metal do

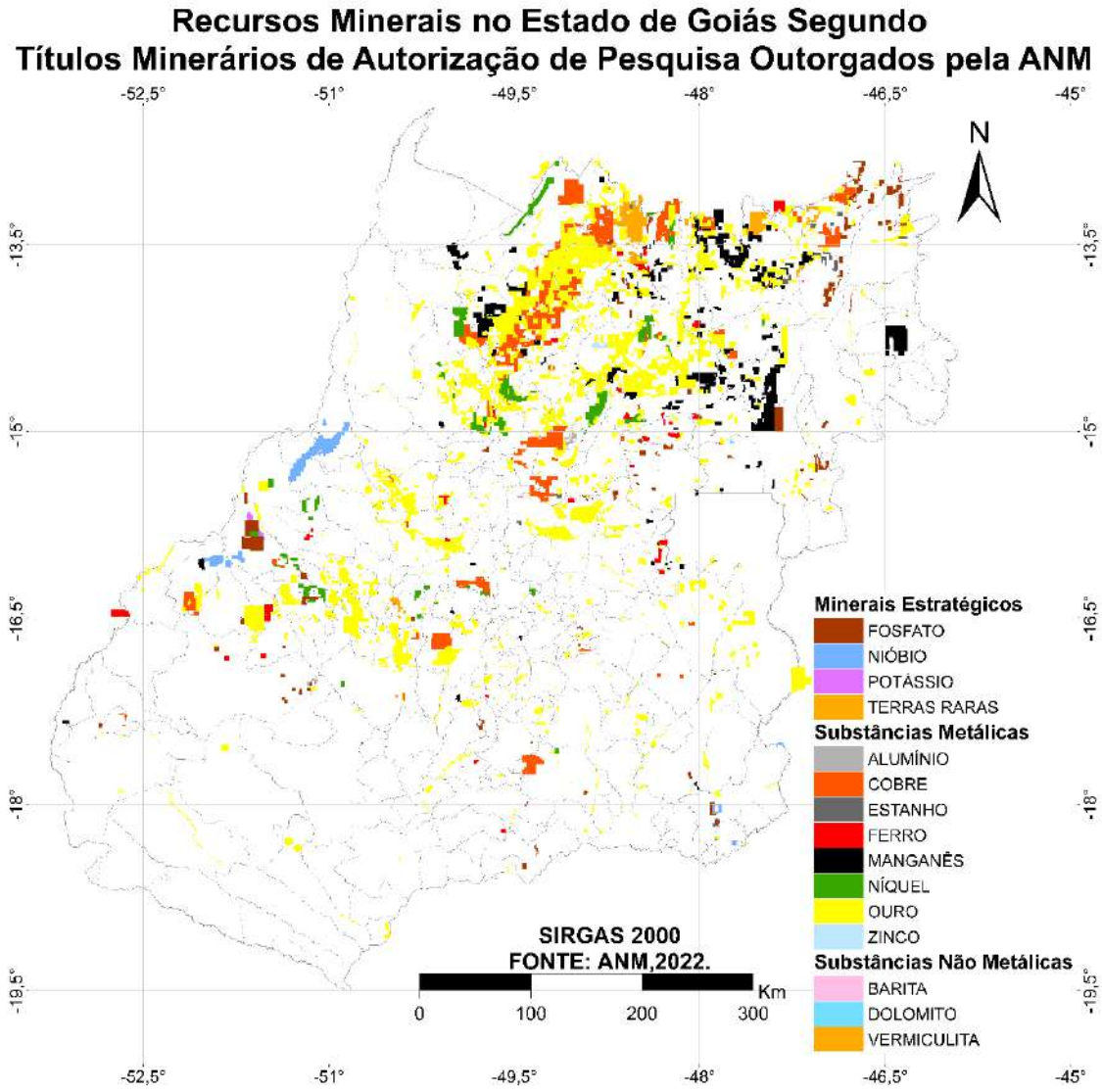


estado. Adicionalmente os depósitos Zacarias (Au-Ba) e Mundinho (Au) representam outros recursos de ouro na região. A mina Zacarias, lavrada nos anos 90, atualmente está desativada e possui um pequeno recurso estimado de 650 mil toneladas com teor de 4.4g/tAu e 10%Ba. Trata-se de recursos remanescentes que não são insuficientes para viabilizar a lavra, entretanto o contexto geológico onde está inserido e a presença de outros depósitos maiores na região sugerem que ainda é necessário mais investimento em exploração a fim de verificar a existência de recursos adicionais na área. Não foram encontrados dados publicados de recurso para o Depósito Mundinho, mas o contexto geológico onde está inserido faz com que seja um alvo potencial para investimento em exploração na região de Mara Rosa.

Na porção Sul do Arco magmático de Goiás (Arco de Arenópolis), são conhecidos recursos de Au no município de Fazenda Nova e recursos de Cu-Au no município de Bom Jardim de Goiás. A literatura (Marques *et al.*, 2019) reporta recurso estimado de 4.6 milhões de toneladas com teor de 4.4g/t, ou seja, cerca de 650 mil onças de Au, entretanto não é claro se esses recursos já foram lavrados ou não. Como dito acima, atualmente a mina se encontra paralisada. Na região há uma série de ocorrências de Au em contexto geológico similar que precisam de trabalhos de exploração mais detalhados. O depósito de Bom Jardim é provavelmente o maior recurso de cobre fora da região de Alto Horizonte. Dados da literatura sugerem um recurso de 4.5 milhões de toneladas com teor de 4.5g/t de Cu.

Recursos e reservas relevantes de Au estão localizadas também na porção centro-norte do estado, nos municípios de Crixás, Pilar de Goiás, Guarinos e Faina, que atualmente concentram boa parte da produção de ouro do estado. Geologicamente os depósitos estão localizados em sequências do tipo *Greenstone Belt* do Terreno Arqueano/Paleoproterozoico de Goiás. Destacam-se as minas da Mineração Serra Grande no município de Crixás, que juntas possuem reservas cubadas de 7.15 milhões de toneladas com teor de 2.41g/tAu e recurso estimado em 38.4 milhões de toneladas com teor de 2.95, que representam 550 mil onças de Au de reserva e 3.64 milhões de onças de Au de recurso, respectivamente. A norte da cidade de Crixás, a mina Pilar, em Pilar de Goiás, e os depósitos Caiamar e Maria Lázara, no município de Guarinos, apresentavam em 2015 recurso estimado de 21 milhões de toneladas com teor médio de 2.7g/tAu, já a reserva cubada, em 2018, era de 7 milhões de toneladas com teor 1.18g/t, localizada basicamente na mina de Pilar em Pilar de Goiás. No município de Faina, os depósitos Cascavel, Sertão, Antena/Xupé e Tinteiro estão em processo de exploração e reavaliação pela empresa Pilar *Gold*. Atualmente com a lavra paralisada, o depósito Cascavel é o maior depósito da região. Não foram encontrados dados de recurso e reserva recentes publicados sobre esses depósitos, mas certamente devem representar recursos adicionais de ouro para a região.

Figura 4 - Distribuição dos recursos minerais no estado segundo títulos minerários outorgados pela ANM



Fonte: Adaptado da Agência Nacional de Mineração (2022).

Em 2017 o estado de Goiás processou cerca de 62.7 mil toneladas de minério de manganês (Tabela 1). Esse recurso deve ter sido oriundo principalmente de jazidas localizadas na região de São João D'Aliança. No estado é conhecida uma série de depósitos de manganês. Segundo Lacerda Filho, Rezende e Silva (1999), os recursos de manganês, em 1999, eram da ordem de 440 mil toneladas com teor médio de 39.5%, referentes a uma série de pequenos depósitos localizados nos municípios de Cavalcante, Itaberaí, Luziânia e São João D'Aliança.

Além de bens minerais metálicos e fostato, o estado destaca-se na produção de vermiculita e calcário (industrial e agrícola). Os recursos conhecidos de vermiculita se localizam em três principais municípios: Sanclerlândia, São Luís de Montes Belos e Catalão. Na região de Catalão, o recurso estimado de vermiculita é de 10 milhões de toneladas com teor de cerca de

20%. Na região de Sanclerlândia e São Luís de Montes Belos, os recursos estão divididos em várias minas e são de 5 milhões de toneladas com o mesmo teor aproximado.
Dolomito e calcário industrial e para uso agrícola são produzidos em vários municípios do estado, com destaque para Jandaia, Indiara, Montividiu e Cocalzinho de Goiás, que detém boa parte dos recursos e reservas do estado. Além dos bens minerais citados acima, no estado há diversos municípios com recurso desconhecido para cromo (cromita) com potencial para elementos a presença de elementos do grupo da Platina (Hidrolândia, Cromínia, Mairipotaba, Niquelândia e Barro Alto) e para talco (ex. Cromínia).

2.3.2 Gargalos para a exploração e aproveitamento do potencial mineral de Goiás

A falta de investimento público em levantamentos geológicos básicos em escala adequada para guiar a tomada de decisões por empresas do setor mineral é apontada como um dos principais gargalos na atratividade do estado para investimento em exploração mineral. O estado de Goiás possui uma geologia diversa e extremamente favorável à ocorrência de uma ampla gama de bens minerais, incluindo bens minerais estratégicos e bens minerais utilizados na agricultura, cuja demanda mundial deverá aumentar nos próximos anos.
O investimento público na cobertura e na atualização de mapas geológicos em escala maior que 1:100.000 é apontado como um dos principais fatores de impacto na atração de investimentos em exploração, associado a campanhas de geoquímica regional e a levantamentos aerogeofísicos de maior detalhe com foco nas principais províncias minerais.
Entretanto, uma política de incentivo ao setor mineral vai além do simples investimento em levantamento geológico básico. É necessário que haja também um trabalho de integração e de disponibilização dos dados existentes, para que possam ser facilmente acessados e usados por profissionais da indústria mineral e da academia.
A longo prazo políticas estaduais de fomento a pesquisas científicas voltadas para o estudo dos modelos genéticos das mineralizações e para o desenvolvimento e criação de tecnologia de otimização e de aproveitamento dos recursos minerais existentes devem trazer ganhos tanto para a produção de bens minerais como para a descoberta de novos depósitos e jazidas minerais.
Por fim, cita-se como exemplo países como Austrália e Canadá, referências mundiais no setor mineral, por possuírem grande parte do seu Produto Interno Bruto (PIB) oriundo da produção de bens minerais e que possuem políticas de Estado robustas voltadas à produção de dados de geológicos básicos, tais como dados de geofísica, cartografia geológica, geoquímica de superfície, geocronologia e políticas de incentivo à produção científica.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO (Brasil). *Anuário mineral brasileiro*: principais substâncias metálicas. Brasília: ANM, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/economia-mineral/publicacoes/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro/PreviaAMB2022.pdf. Acesso em: 17 fev. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO (Brasil). *Anuário mineral estadual*: Distrito Federal e Goiás - anos-base 2014 a 2017. Brasília: ANM, 2019. Disponível em: https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-estadual/anuario-mineral-estadual/goias. . Acesso em: 17 fev. 2022.

ALMEIDA, B. S. *Geoquímica dos filitos carbonosos do depósito Morro do Ouro, Paracatu, Minas Gerais*. 80 f. 2009. Dissertação (Mestrado em Geologia)-Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

ALMEIDA, F. F. M. Distribuição regional e relações tectônicas do magmatismo pós-paleozoico no Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 16, n. 4, p. 325-349, 1986. Disponível em: https://typeset.io/pdf/distribuicao-regional-e-relacoes-tectonicas-do-magmatismo-48h4kbvk1t.pdf. Acesso em: 17 fev. 2022.

ANGELI, N.; NAVARRO, G. R. B., ZANARDO, A.; VLACH, S. R. F. Caracterização química de cromitas nos maciços de Cromínia e Mairipotaba, Goiás, Brasil. *Revista do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo*, v. 10, n. 1, 87-99, 2010.

BIONDI, J. C. *Processos metalogenéticos e os depósitos minerais brasileiros*. Oficina de Textos, São Paulo, 2014. 528 p.

BOTELHO, N. F. Suíte aurumina: uma suíte de granitos paleoproterozóicos, peraluminosos e sin-tectônicos na Faixa Brasília. *In*: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO OESTE, 7, Brasília. *Anais* [...]. Brasília: SGB-Núcleo Centro-Oeste e Brasília, 1999. p. 17.

BOTELHO, N. F.; BILAL, E.; MOUTTE, J.; FONTEILLES, M. Precambrian A-type tin-bearing granites in the Goiás tin province, central Brazil: a review. *In*: WORKSHOP MAGMATISMO GRANÍTICO E MINERALIZAÇÕES ASSOCIADAS, 1993, Rio de Janeiro. *Atas* [...]. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências: 1993. p. 5-8.

BOTELHO, N. F.; MOURA, M. A. Granite-ore deposit relationship in central Brazil. *Journal of South America Earth Sciences*, v. 11, p. 427-438, 1998.

BOTELHO, N. F.; PORTELA, J. F. Caracterização petrográfica e geoquímica das rochas metassedimentares da formação ticunzal, no contexto da suíte granítica aurumina, Goiás. *In*: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO OESTE, 9., 2005, Goiânia. *Atas* [...]. Goiânia: SGB Núcleo Centro-Oeste e Brasília, 2005. p. 36-38.

BROD, J. A.; BARBOSA, E. S. R.; JUNQUEIRA–BROD, T. C.; GASPAR, J. C.; PINTO, H. S. D.; SGARBI, P. B. A.; PETRINOVIC, I. A. The late: cretaceous Goiás alkaline province (GAP), central Brazil. *In*: COMIN-CRIARAMONTI, P.; GOMES, C. B. (ed.). *Mesozoic to Cenozoic Alkaline Magmatism in the Brazilian Platform/P.* São Paulo: EDUSP : FAPESP, 2005. p. 261-316.

COLIN, E.; NAHIN, D.; TRESCASES, J. J.; MELFI, A. J. Lateriric weathering of pyroxenites at Niquelândia, Goiás, Brazil: the supergene behavior of Nickel. *Economic Geology*, v. 85, p. 1010-1023, 1990.

COMISSÃO BRASILEIRA DE RECURSOS E RESERVAS. *Guia CBRR para declaração de resultados de exploração, recursos e reservas minerais*. Brasília: CBRR, 2016. Disponível em: https://www.cbrr.org.br/docs/guia_declaracao_2016.pdf. Acesso em: 17 fev. 2022.

COSTA, M. L. Alumínio e bauxita no Brasil. *In*: MELFI, J. A. *et al.*, (ed.). *Recursos minerais no Brasil*: problemas e desafios. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2016. p. 6-422.

CRUZ, E. L. C. C.; KUYUMJIAN, R. M. Mineralizações auríferas filoneanas do Terreno Granito-Greenstone do Tocantins. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 29, n. 3, p. 291-298, 1999.

DARDENNE, M. A.; MOURA, M. A.; DANTAS, E. L. O granito serra dourada (Goiás): uma biotita granito intrusivo no Grupo Serra da Mesa. *In*: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE, 8., 2003, Cuiabá-MT. *Boletim de Resumos* [...]. Cuiabá: SBG - Núcleo Centro-Oeste, 2003. v. único. p. 83-84.

DELLA, G. M. E. S.; OLIVEIRA, C. G.; PIMENTEL, M. M.; MELO, L.V.; FUCK, R. A.; DANTAS, E. L.; BUHN, B. U-Pb and Sm-Nd constraints on the nature of the Campinorte sequence and related paleoproterozoic juvenile orthogneisses, Tocantins Province, central Brazil. *Geological Society*, London, v. 323, 255-269. Special Publications

FERNANDES, L. A. *A cobertura cretácea suprabasaltica no Paraná e Pontal do Paranapanema (SP)*: os grupos Bauru e Caiua. 1992. Dissertação (Mestrado em Geologia Sedimentar) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992. Disponível em: http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44136/tde-24092013-094556/. Acesso em: 17 fev. 2022.

FERNANDES, P. E. C. A.; MONTES, M. L.; BRAZ, E. R. C.; MONTES, A. S. L.; SILVA, L. L.; OLIVEIRA, F. L. L.; GHIGNONE, J. L.; SIGA Jr., O.; CASTRO, H. E. F. Formação Ticunzal. *In*: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto Radambrasil. *Folha SD-23, Brasília*. Brasília: MME, 1982. p. 61-63.

FERREIRA, B. F.; MARQUES, J. C.; FRANTZ, J. C.; SOUZA, R. G.; CAMPOS, M. P.; FIGUEIREDO, F. L. A. R.; PADILHA, N. L. Stratigraphy and U–Pb detrital zircon provenance, Crixás Greenstone Belt, Goiás-Brasil: Gold-bearing vs barren siliciclastic rocks. *Journal of South American Earth Scienses*, v. 105, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jsames.2020.102994. Acesso em: 17 fev. 2022.

FUCK, R. A. Faixa Brasília e a compartimentação tectônica na província Tocantins. *In*: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO OESTE, 4., 1994, Brasília. *Atas* [...]. Brasília: SBG, 1994. p. 184-187.

FUCK, R. A.; DANTAS, E. L.; PIMENTEL, M. M.; BOTELHO, N. F.; ARMSTRONG, R.; LAUX, J. H.; JUNGES, S. L.; SOARES, J. E.; PRAXEDES, I. F. Paleoproterozoic crust-formation and reworking events in the Tocantins Province, central Brazil: a contribution for Atlantica supercontinent reconstruction. *Precambrian Research*, v. 244, p. 53-74, 2014.

FUCK R. A.; DANTAS, E. L.; PIMENTEL, M. M.; BOTELHO, N. F.; JUNGES, S. L.; HOLLANDA, M. H. B. M.; MORAES, R.; ARMSTRONG, R. Crosta continental paleoproterozoica no embasamento da porção norte da Faixa Brasília: novos dados Sm-Nd e U-Pb. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 2002, João Pessoa. *Anais* [...]. João Pessoa: SBG, 2002. p. 308.

FUCK, R. A.; MARINI, O. J.; DARDENNE, M. A.; FIGUEIREDO, A. N. Coberturas metassedimentares do Proterozoico Médio: os grupos Araí e Paranoá na região de Niquelândia-Colinas, Goiás. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 18, n. 1, p. 54-62, 1988.

FUCK, R. A.; SÁ, E. F. J.; PIMENTEL, M. M.; DARDENNE, M. A.; SOARES, A. C. P. As faixas de dobramentos marginais do cráton do São Francisco: síntese dos conhecimentos. *In*: DOMINGUEZ, J. M. L.; MISI, A. (ed.). *O cráton do São Francisco*. Salvador: SBG/SGM/CNPq, 1993. p. 161-185.

JOST, H.; CARVALHO, M. J.; RODRIGUES, V. J.; MARTINS, R. Metalogênese dos greenstone belts de Goiás. *In:* SILVA, M. G.; ROCHA NETO, M. B.; JOST, H.; KUYUMJIAN, R. M. (org.). *Metalogênese das províncias tectônicas brasileiras*. Belo Horizonte, CPRM, 2014. p. 141-168.

JOST, H.; FUCK, R. A.; BROD, J. A.; DANTAS, E. L.; MENESES, P. R.; ASSAD, M. L. L.; PIMENTEL, M. M.; BLUM, M. L. B.; SILVA, A. M.; SPIGOLON, A. L. D.; MAAS, M. V. R.; SOUZA, M. M.; FERNADEZ, B. P.; FAULSTICH, F. R. L.; MACEDO JÚNIOR, P. M.; SCHOBBENHAUS, C. N.; ALMEIDA, L.; SILVA, A. A. C.; ANJOS, C. W. D.; SANTOS, A. P. M. T.; BUBENICK, A. N.; TEIXEIRA, A. A. A.; LIMA, B. E. M.; CAMPOS, M.; BARJUD, R. M.; CARVALHO, D. R.; SCISLEWSKI, L. R.; SARLI, C. L.; OLIVEIRA, D. P. L. Geologia de terrenos arqueanos e proterozóicos da região de Crixás-Cedrolina, Goiás. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 31, p. 315-328, 2001.

LACERDA FILHO, J. V.; GOLLMANN, K.; SANTOS, D. R. V.; MARTINS, F. R.; SOUZA, J. O.; CARNEIRO, J. S. M.; MENEGHINI, P. F. V. B. M.; HATTINGH, K.; SILVA, E. R. S.; EBERHARDT, D. B. *Projeto geologia e metalogenia da porção oeste de Goiás, programa geologia, mineração e transformação mineral* - Escalas 1:250.000 e 1:100.000. Goiânia: CPRM, 2021.

LACERDA FILHO, J. V.; REZENDE, A.; SILVA, A. *Mapa geológico do Estado de Goiás*. Goiânia: CPRM/SMET-GO/METAGO/UnB, 1998.

LACERDA FILHO, J. V.; REZENDE, A.; SILVA, A. Programa de levantamentos geológicos básicos. *In*: COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. *Geologia e recursos minerais do Estado de Goiás e do Distrito Federal*: texto explicativo mapa geológico do estado de Goiás, Esc. 1:500.000. Goiânia: CPRM/METAGO-SA/UnB, 1999. 176 p.

LACERDA FILHO, J. V.; RIBEIRO, P. S. E., RIBEIRO FILHO, W.; DARDENNE, M. A. *Geologia e recursos minerais do estado de Goiás e Distrito Federal: programa levantamentos geológicos básicos do Brasil* - escala 1:500.000. Goiânia: CPRM, 1999.

LEONARDOS, O. H. Geologia da região aurífera de Santa Cruz de Goiás. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36, 1990, Natal. *Resumos* [...]. Natal: SBG, 1990. 338 p.

MARINI, O. J.; BOTELHO, N. F. A Província de granitos estaníferos de Goiás. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 16, n. l, p. 119-131, 1986. Disponível em: http://bjg.siteoficial.ws/1986/n1/marini.pdf. Acesso em: 17 fev. 2022.

MARINI, O. J.; BOTELHO, N. F.; ROSSI, P. Elementos terras raras em granitoides da província estanífera de Goiás. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 22, p. 61-72, 1992.

MARINI, O. J.; LIBERAL, C.S.; REIS, L. T.; TRINDADE C. A. H.; SOUZA, S. L. Nova unidade litostratigráfica do pré-cambriano do Estado de Goiás. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., 1978, Recife. *Boletim Especial* [...]. Recife: SBG, 1978. v. 1. p. 126-127.

MARQUES, G. C.; OLIVEIRA, C. G.; ESPADA, E.; DANTAS, E. L. The fazenda nova gold deposit, Goiás magmatic arc: late neoproterozoic intrusion-related auriferous mineralization controlled by intracontinental strike-slip faulting. *Ore Geology Reviews,* v. 107, p. 546–572, 2019. https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2019.03.012. Acesso em: 17 fev. 2022.

MEDEIROS, E. S.; FERREIRA FILHO, C. S. Caracterização geológica e estratigráfica das mineralizações de platina e paládio associadas à zona máfica superior do Complexo de Niquelândia – GO. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 31, n. 1, p. 29-36.

MENEGAZZO, M. C.; CATUNEANU, O.; CHANG, H. K. The South American retroarc foreland system: The development of the Bauru Basin in the back-bulge province. *Marine and Petroleum Geology*, v. 7*3*, p. 131–156, 2016. Disponível em: https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2016.02.027. Acesso em: 17 fev. 2022.

MILANI, E. J.; MELO, J. H. G.; SOUZA, P. A.; FERNANDES, L. A.; FRANÇA, A. B. Bacia do Paraná. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, v. 15, n. 2, p. 265-287, 2007.

MORAES, R.; BROWN, M.; FUCK, R. A.; CAMARGO, M. A.; LIMA, T. M. Characterization and P-T evolution of melt-bearing ultrahigh-temperature granulites: na example from the Anápolis-Itauçu complex of the Brasília Fold Belt, Brazil. *Journal of Petrology*, v. 43, n. 9, p. 1673-1705, 2002.

MORAES, R.; FUCK, R. A.; PIMENTEL, M. M.; GIOIA, S. M. C. L.; HOLLANDA, M. H. B. M.; ARMSTRONG, R. The bimodal rift-related Juscelândia volcano-sedimentary Sequence in Central Brazil: Mesoproterozoic extension and Neoproterozoic metamorphism. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 20, p. 287-301, 2006.

MOREIRA, M. L. O.; MORETON, L. C.; ARAÚJO, V. A; LACERDA FILHO J. V.; COSTA, H. F. *Geologia do Estado de Goiás e Distrito Federal* - escala 1:500.000. Goiânia: CPRM/SIC : FUNMINERAL, 2008.

NASCIMENTO, E. L. C. *Geologia, geoquímica e mineralogia do complexo carbonatítico Morro Preto–GO*. 2018. 199 f., il. Tese (Doutorado em Geociências Aplicadas) -Universidade de Brasília, Brasília, 2018. Disponível em: http://www.realp.unb.br/jspui/handle/10482/33854. Acesso em: 17 fev. 2022.

OLIVEIRA, C. G.; KUYUMJIAN, R. M.; OLIVEIRA, F. B.; MARQUES, G. C.; PALERMO, N.; DANTAS, E. L. Metalogênese do arco magmático de Goiás. *In*: SILVA, Maria da Glória; ROCHA NETO, Manoel Barreto da; JOST, Hardy, KUYUMJIAN, Raul Minas (org.). *Metalogênese das províncias tectônicas brasileiras*. Brasília: CPRM, 2014. 589

p. Disponível em: https://rigeo.sgb.gov.br/jspui/handle/doc/19389. Acesso em: 17 fev. 2022.

OLIVER, N. H. S.; THOMSON, B.; FREITAS-SILVA, F. H.; HOLCOMBE, R. J.; RUSK, B.; ALMEIDA, B. S.; FAURE, K.; DAVIDSON, G. R.; ESPER, E. L.; GUIMARÃES, P. J.; DARDENNE, M. A. Local and regional mass transfer during thrusting, veining, and boudinage in the genesis of the giant shale-hosted Paracatu gold deposit, Minas Gerais, Brazil. *Economic Geology,* v.110, n. 7, p.1803-1834, 2015.

PIMENTEL, M. M. The tectonic evolution of the neoproterozoic Brasília belt, central Brazil: a geochronological and isotopic approach. *Brazilian Journal of Geology*, 46, p. 67-82, 2016.

PIMENTEL, M. M.; BOTELHO, N. F. Sr and Nd isotopic characteristics of 1,77-1,58 Ga rift-related granites and volcanics of the Goiás tin province, Central Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 73, n. 2, p. 263-276, 2001. Disponível em: https://www.scielo.br/j/aabc/a/F4w6LxtwNgVrbmWDgTVS8Nb/?format=pdf&lang=en. Acesso em: 17 fev. 2022.

PIMENTEL, M. M.; FUCK, R. A. Neoproterozoic crustal accretion in central Brazil. *Geology*, v. 20, p. 375-379, 1992.

PIMENTEL, M. M.; FUCK, R. A.; BOTELHO, N. F. Granites and the geodynamic history of the Neoproterozoic Brasília belt, Central Brazil: a review. *Lithos*, v. 46, n. 3, p. 463–483, 1999.

PIMENTEL, M. M.; FUCK, R. A.; JOST, H.; FERREIRA FILHO, C. F.; ARAUJO, S. M. The basement of the Brasilia Fold Belt and the Goiás Magmatic Arc. *In*: CORDANI, H. G.; MILANI, E. J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPO, D. A. (ed.), *Tectonic evolution of South America.* Rio de Janeiro: 31º International Geological Soc., 2000. p. 195–229. Disponível em: https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/19419. Acesso em: 17 fev. 2022.

PIMENTEL, M. M.; HEAMAN, L.; FUCK, R. A.; MARINI, O. J. U-Pb zircon geochronology of Precambrian tin-bearing continental-type acid magmatism in central Brazil. *Precambrian Research*, v. 52, p. 321–335, 1991.

PIUZANA, D.; PIMENTEL, M. M.; FUCK, R. A.; ARMSTRONG, R. A. SHRIMP U-Pb and Sm-Nd data for the Araxá Group and associated magmatic rocks: constraints for the age of sedimentation and geodynamic context of the Southern Brasília Belt, central Brazil. *Precambrian Research*, v. 125, p. 139-160, 2003.

RIBEIRO, C. C.; BROD, J. A.; JUNQUEIRA, T. C.; GASPAR, J. C.; PALMIERI, M.; CORDEIRO, P. F. O.; TORRES, M. G.; GRASSO, C. B.; BARBOSA, E. S. R.; BARBOSA, P. A. R.; FERRARI, A. J. D.; GOMIDE, C. S. Potencial e Controles Metalogenéticos de ETR, Ti e Nb em Províncias alcalino-carbonatíticas brasileiras. *In*: SILVA, M. G.; ROCHANETO, M. B.; JOST, H.; KUYUMJIAN, R. M. (org.). *Metalogênese das províncias tectônicas brasileiras*. Brasília: CPRM, 2014. 589 p.

RADAELLI, V. A. *Níquel do Morro do Engenho Estado de Goiás*. Goiânia: CPRM, 2000. Disponível em: https://rigeo.sgb.gov.br/bitstream/doc/1553/1/N%C3%ADquel%20do%20Morro%20do%20Engenho%2C%20Estado%20de%20Goi%C3%A1s.%20Goi%C3%A2nia.pdf. Acesso em: 17 fev. 2022.

RODRIGUES V. G. *Geologia do depósito aurífero do Caiamar, greenstone belt de Guarinos*: um raro depósito associado a albitito sódico. 2011. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

ROSSI, P.; ANDRADE, G. F.; COCHERIE, A. The 1.58 Ga type granite of Serra da Mesa (GO): an example of NYF fertile granite pegmatite. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37., 1992, São Paulo. *Bol. Res. Expandidos* [...]. São Paulo: SBG, 1992. p. 389-390.

SANTANA, I. V.; BOTELHO, N. F. REE residence, behaviour and recovery from a weathering profile related to the Serra Dourada Granite, Goiás/Tocantins States, Brazil. *Ore Geology Reviews*, v. 143, 2022. https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2022.104751. Acesso em: 17 fev. 2022.

TEIXEIRA, L. M. *Caracterização de minerais portadores de terras raras e sua aplicação à petrologia e geocronologia de granitos das subprovíncias Tocantins e Paranã–Goiás.* 2002. 356 f. Tese (Doutorado em Geociências) -Universidade de Brasília, Brasília, 2002.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA; COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. *Monte Alegre de Goiás- SD.23-V-C-III, Cavalcante- SD.23-V-C-V, Nova Roma-SD.23-V-C-VI, escala 1:100.000*: nota explicativa integrada. Brasília: CPRM : UnB, 2007. Disponível em: https://rigeo.sgb.gov.br/bitstream/doc/18324/3/relatorio_cavalcante.pdf. Acesso em: 17 fev. 2022.

WILDNER, W.; HARTMANN, L.; LOPES, R. Serra geral magmatism in the Paraná basin - a new stratigraphic proposal, chemical stratigraphy and geological structures. *I Workshop Problems in the Western Gondwana Geology*, v. 1, p. 189–197, 2007.

SUDECO
SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO CENTRO-OESTE

SIC
Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Serviços

GOVERNO DE GOIÁS
O ESTADO QUE DÁ CERTO



RELATÓRIO

Arcabouço Legal da Atividade Mineral em Goiás

Organização:
Profª M.ª ALICE SANTOS VELOSO NEVES , 2024

SUDECO
SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO CENTRO-OESTE
FUNAPE
Fundação de Apoio à Pesquisa
Universidade Federal de Catalão
UFG
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
Universidade Estadual de Goiás
SIC
Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Serviços
GOVERNO DE GOIÁS
O ESTADO QUE DÁ CERTO

GOVERNO DO ESTADO DE GOIÁS - GO

SECRETARIA DE INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS - SIC

CONTRATO Nº 002/2022

Mapeamento de Oportunidades de
Crescimento do Setor Mineral em Goiás
2022-2042

GOVERNO DO ESTADO DE GOIÁS - GO
SECRETARIA DE INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS - SIC

M.ª ALICE SANTOS VELOSO NEVES (ORG.)

RELATÓRIO 3:
ARCABOUÇO LEGAL DA ATIVIDADE MINERAL EM GOIÁS

GOIÂNIA
2023

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

Relatório 3: arcabouço legal da atividade mineral em Goiás [recurso eletrônico] / Alice Santos Veloso Neves (org.). – Goiânia: Secretaria de Indústria, Comércio e Serviços 2024.
99 p.

Bibliografia

ISBN:

1. Mineração. 2. Arcabouço legal. 3. Programas de Incentivo. 4. Goiás. I. Neves, Alice Santos Veloso, org.

CDU: 548/549

Elaborada pela Bibliotecária Keyla de Faria – CRB-1/3227.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO **3**
1 RELATÓRIO DO ARCABOUÇO LEGAL DA ATIVIDADE MINERAL **5**
1.1 PESQUISA E ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO RELACIONADA À MINERAÇÃO **5**
1.1.1 LEGISLAÇÃO FEDERAL 17
1.1.2 LEGISLAÇÃO DA CFEM 36
1.1.3 LEGISLAÇÃO TRIBUTÁRIA 41
1.1.4 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL 46
1.1.5 SISTEMA REGULATÓRIO ANM 52
1.1.6 LEGISLAÇÃO ESTADUAL 64
2 DESCRIÇÃO DOS PROGRAMAS DE INCENTIVO E FOMENTO RELACIONADOS À MINERAÇÃO EM GOIÁS **84**
3 LEVANTAMENTO DE OUTROS PROGRAMAS INSTITUCIONAIS ESTABELECIDOS PARA OS EMPREENDEDORES E INVESTIDORES MINERAIS EM GOIÁS **89**
REFERÊNCIAS **93**

APRESENTAÇÃO

O produto final do trabalho apresentado constitui etapa do convênio firmado com a Universidade Federal de Goiás e o estado de Goiás, por meio da Secretaria de Indústria, tendo a Fundação de Apoio à Pesquisa como parte interveniente administrativa. O convênio possui como escopo geral a realização de um "Mapeamento de Oportunidade de Crescimento do Setor Mineral em Goiás 2022-2042".

Esta etapa jurídica é fundamental em um projeto de levantamento e diagnóstico do setor mineral. Seu intuito é facilitar o acesso, propiciar maior transparência às regras existentes, ampliar a confiança e a compreensão e disseminar uma cultura de aprendizado e de educação socioambiental ligada à mineração sustentável.

Dentro do amplo projeto "Mapeamento de Oportunidade de Crescimento do Setor Mineral em Goiás 2022-2042", a meta jurídica descreve o Produto 3 com os seguintes produtos finais:

1. Apresentação de um "Relatório do Arcabouço Legal da Atividade Mineral", com os aspectos jurídicos da atividade mineral, traduzindo de maneira clara o ambiente legal, constitucional ou regulatório. Tal relatório contém pesquisa e análise da legislação relacionada à mineração, do âmbito federal e estadual e as matérias tributária e ambiental. Há um enfoque na legislação relacionada à Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM) e ao sistema regulatório da Agência Nacional de Mineração (ANM);
2. Descrição dos programas de incentivo e fomento relacionados à mineração em Goiás;
3. Levantamento de outros programas institucionais estabelecidos para os empreendedores e investidores minerais em Goiás.

Nesse sentido, com a finalidade de seguir os itens descritos no convênio firmado, realizou-se ampla pesquisa bibliográfica de doutrinas relacionadas à temática de direito minerário interligada à temática de políticas públicas, especialmente conectadas ao Setor Mineral. O intuito aqui era facilitar a disposição de informações relevantes que pudessem melhor oportunizar o mapeamento de oportunidades de crescimento do setor mineral em Goiás no contexto do projeto, com o fito de nortear as próximas duas décadas. Foram ainda realizados levantamentos de dados *in loco*, nos sítios eletrônicos e nos diários oficiais digitais da União, da Agência Nacional de Mineração e do estado de Goiás, para disponibilizar a legislação e principais normatizações que afetam o setor mineral.

Visando facilitar a visualização e a identificação da relação normativa, esclarece-se que as

apresentações são realizadas sem tanto formalismo às regras da ABNT, havendo divisão por âmbito e área de concentração.

Assim, o produto é apresentado com breves considerações acerca da complexa estrutura regulatória do setor mineral aliado a uma contribuição descritiva das legislações e da normatização de cada âmbito relacionado ao setor da mineração. As normatizações são apresentadas em forma de *hiperlink* para possibilitar verificação virtual do documento original e deixar mais limpo o texto.

Esclarece-se que é impossível trazer todo o sistema jurídico ligado à mineração, tendo em vista as constantes mudanças e a compreensão de que o sistema normativo deve caminhar de forma sistêmica. Assim sendo, são indicadas no rol abaixo as normatizações mais importantes para a compreensão das questões relativas ao setor mineral, contribuindo para dar maior transparência a toda a sociedade interessada.

De forma geral, em relação ao arcabouço legal da atividade mineral, identifica-se uma tentativa em reunir, simplificar e consolidar o amplo e variado arcabouço normativo relacionado ao setor mineral.

Ademais, para além do Relatório do Arcabouço Legal da Atividade Mineral, também são apresentados dois outros tópicos: um com a descrição dos principais programas de incentivo e fomento relacionados à mineração em Goiás e outro referente a um levantamento de outros programas institucionais estabelecidos para os empreendedores e investidores minerais em Goiás.

Esclarece-se que são diversas as normativas interligadas ao setor mineral, pretendendo-se realizar aqui um levantamento das normas mais essenciais para a compreensão do setor.

1 RELATÓRIO DO ARCABOUÇO LEGAL DA ATIVIDADE MINERAL

O presente relatório consiste em uma sucinta análise da legislação minerária do ordenamento jurídico brasileiro, com ênfase inicial na Constituição Federal, brevemente relatando-se os regimes de aproveitamento minerário existentes e indicando-se as principais normativas brasileiras relativas ao setor minerário.

1.1 Pesquisa e análise da legislação relacionada à mineração

Para melhor compreensão da atualidade, propõe-se uma breve visita aos diferentes sistemas de exploração de recursos minerais, adotados em cada época da história brasileira. A doutrina apresenta quatro classificações dos sistemas já adotados no Brasil acerca da propriedade e regimes de aproveitamento mineral (Herrmann, 1992; Serra; Esteves, 2012; Vivacqua, 1942). Foi adotado inicialmente, no período colonial, o **Sistema Regaliano ou Regalengo**, consagrado pelas Ordenações Manuelinas e que prestigiava a soberania da Coroa, mas que permitia a *data mineral* aos inventores ou descobridores de jazidas, mediante o pagamento do quinto (20%) do material extraído, nos termos do Título 34, Livro II, nº 4 e nº 9 das Ordenações Filipinas - Código Philippino ou Ordenações e Leis do Reino de Portugal – (Almeida, 1870, p. 452):

> Título XXXIV
> Das Minas e Metaes
>
> [...] 4. E de todos os metais que se tirarem, depois de fundidos e apurados, nos pagarão o quinto em salvo de todos os custos[3].
> [...] 9. E das demarcações que se derem, assi das minas novas, como das velhas, fazemos mercê para sempre as pessoas, que as registrarem, para eles, e todos seus herdeiros, como as ditas declarações.
>
> [...]3 E este enorme imposto foi por mais de dous séculos cobrado e pago com muitas tropelias contra os pobres contribuintes. Consulte-se a este respeito a interessante *Memoria da origem, progressos e decadência do Quinto do ouro na Provincia de Minas Geraes* pelo falecido Conselheiro José Antônio da Silva Maia. [...] (Almeida, 1870, p. 452).

Após a independência do Brasil, começou a vigorar o **Sistema Dominial**, passando a ser de domínio do Estado o que anteriormente pertencia ao patrimônio da Coroa, em que o solo e o subsolo continuaram em dualidade jurídica, não se confundindo, sendo considerados como propriedades distintas. Para os efeitos de exploração e de aproveitamento, os eventuais recursos minerais do subsolo constituíam propriedade da União.

Depois o sistema dominial foi substituído pelo **Sistema de Acessão ou Fundiário**, no período

republicano, em que o dono do solo também era dono do subsolo. Logo, se encontrados recursos minerais no subsolo, eles pertenceriam ao proprietário do solo, conforme dispõe o artigo 72, parágrafo 17, da Constituição de 1891:

> Art. 72 [...]
> § 17 - O direito de propriedade mantém-se em toda a sua plenitude, salva a desapropriação por necessidade ou utilidade pública, mediante indenização prévia. As minas pertencem aos proprietários do solo, salvas as limitações que forem estabelecidas por lei a bem da exploração deste ramo de indústria (Brasil, 1891).

Atualmente vigora no Brasil o **Sistema de Concessão** (Di Pietro, 2009), em que a jazida pertence ao Estado, que poderá conceder ao particular a sua exploração e o seu aproveitamento. A volta da nacionalização dos recursos naturais foi determinada no primeiro Código de Minas, isto é, no Decreto nº 24.642, de 10 de julho de 1934, publicado em 20 de julho de 1934. Foi no mesmo período da Constituição Federal de 1934, de 16 de julho, momento de valorização dos ideias sociais e o princípio do interesse social (Serra; Esteves, 2012), havendo o retorno da propriedade do bem mineral ao Estado, conforme disposto nos artigos 118 e 119 da Constituição Federal de 1934:

> TÍTULO IV
> *Da Ordem Econômica e Social*
> Art. 118 - As minas e demais riquezas do subsolo, bem como as quedas d'água, constituem propriedade distinta da do solo para o efeito de exploração ou aproveitamento industrial.
> Art. 119 - O aproveitamento industrial das minas e das jazidas minerais, bem como das águas e da energia hidráulica, ainda que de propriedade privada, depende de autorização ou concessão federal, na forma da lei (Brasil, 1934).

O Decreto-lei nº 227, atual Código de Mineração, entrou em vigência em 15 de março de 1967 e trouxe previsão de alguns regimes de aproveitamento mineral, reiterando o sistema de concessão, confirmado pelo artigo 176 da Constituição Federal de 1988.

A exploração de recursos minerais em geral era preferência do proprietário do solo, nas Constituições de 1934 e de 1946. Após a Constituição de 1967, com a nova normativa estabelecida pelo Código de Mineração, o proprietário do solo passou a participar apenas dos resultados da lavra, inaugurando-se o processo de prioridade de requerimento para obtenção do direito minerário, conforme estabelecido pelo Código de Mineração (Serra; Esteves, 2012).

Além disso, a Constituição Federal atual norteia toda a compreensão do ordenamento jurídico brasileiro, devendo as demais normativas ligadas ao setor mineral atender aos preceitos constitucionais.

Nesse sentido, vislumbra-se que o Plano Nacional de Mineração 2030 (PNM-2030), por

exemplo, referência para o planejamento do setor mineral para os próximos anos, integra as políticas ambientais e industriais, com o objetivo de orientar a formulação de políticas para que o setor mineral seja um alicerce para o desenvolvimento sustentável. Esclarece-se que o PNM 2030 possui três pilares: governança pública eficaz para promover o uso dos bens minerais extraídos no país no interesse nacional; agregação de valor e adensamento de conhecimento em todas as etapas do setor mineral; e sustentabilidade em todas as etapas da cadeia produtiva mineral (Brasil, 2011, p. 6).

Ademais, a atividade minerária gera diversos impactos, diretos e indiretos, em todos os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), fato que eleva a necessidade de atenção e de prevenção nas ações ligadas ao setor mineral, dentre elas a compreensão de seu sistema normativo.

Com essa perspectiva de compreensão das normas a partir de um olhar adequado à Constituição (Oliveira, 2016), apresentam-se alguns trechos da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, referentes à matéria:

> **TÍTULO II**
> **DOS DIREITOS E GARANTIAS FUNDAMENTAIS**
> CAPÍTULO I
> DOS DIREITOS E DEVERES INDIVIDUAIS E COLETIVOS
> [...]
> Art. 5º Todos são iguais perante a lei, sem distinção de qualquer natureza, garantindo-se aos brasileiros e aos estrangeiros residentes no País a inviolabilidade do direito à vida, à liberdade, à igualdade, à segurança e à propriedade, nos termos seguintes:
> [...]
> **TÍTULO III**
> **DA ORGANIZAÇÃO DO ESTADO**
> [...]
> CAPÍTULO II
> DA UNIÃO
> [...] Art. 20. São bens da União:
> [...]
> IX - os recursos minerais, inclusive os do subsolo;
> [...]
> § 1º É assegurada, nos termos da lei, à União, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios a participação no resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica e de outros recursos minerais no respectivo território, plataforma continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva, ou compensação financeira por essa exploração. (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 102, de 2019) (Produção de efeito)
> § 2º A faixa de até cento e cinquenta quilômetros de largura, ao longo das fronteiras terrestres, designada como faixa de fronteira, é considerada fundamental para defesa do território nacional, e sua ocupação e utilização serão reguladas em lei.
>
> [...]
> Art. 21. Compete à União:
> [...]
> XV - organizar e manter os serviços oficiais de estatística, geografia, geologia e cartografia de âmbito nacional;
> XXV - estabelecer as áreas e as condições para o exercício da atividade de garimpagem, em forma associativa.
> [...]

Art. 22. Compete privativamente à União legislar sobre:
[...]
XII - jazidas, minas, outros recursos minerais e metalurgia;
XVIII - sistema estatístico, sistema cartográfico e de geologia nacionais;

[...]
Art. 23. É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios:
[...]
XI - registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seus territórios;

[...]
Art. 24. Compete à União, aos Estados e ao Distrito Federal legislar concorrentemente sobre:
[...]
VI - florestas, caça, pesca, fauna, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição;

CAPÍTULO III
DOS ESTADOS FEDERADOS
Art. 26. Incluem-se entre os bens dos Estados:
I - as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União;

CAPÍTULO IV
Dos Municípios
[...]
Art. 30. Compete aos Municípios:
I - legislar sobre assuntos de interesse local;
II - suplementar a legislação federal e a estadual no que couber; (Vide ADPF 672)
[...]
VIII - promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano;
IX - promover a proteção do patrimônio histórico-cultural local, observada a legislação e a ação fiscalizadora federal e estadual.
[...]

TÍTULO IV
DA ORGANIZAÇÃO DOS PODERES
CAPÍTULO I
DO PODER LEGISLATIVO
[...]
SEÇÃO II
DAS ATRIBUIÇÕES DO CONGRESSO NACIONAL

Art. 48. Cabe ao Congresso Nacional, com a sanção do Presidente da República, não exigida esta para o especificado nos arts. 49, 51 e 52, dispor sobre todas as matérias de competência da União, especialmente sobre:
[...]
V - limites do território nacional, espaço aéreo e marítimo e bens do domínio da União;
[...]
Art. 49. É da competência exclusiva do Congresso Nacional:
[...]
XVI - autorizar, em terras indígenas, a exploração e o aproveitamento de recursos hídricos e a pesquisa e lavra de riquezas minerais;
[...]

CAPÍTULO II
DO PODER EXECUTIVO
SUBSEÇÃO II
DO CONSELHO DE DEFESA NACIONAL

[...] Art. 91. O Conselho de Defesa Nacional é órgão de consulta do Presidente da República nos assuntos relacionados com a soberania nacional e a defesa do Estado democrático, e dele participam como membros natos:
I - o Vice-Presidente da República;
II - o Presidente da Câmara dos Deputados;
III - o Presidente do Senado Federal;
IV - o Ministro da Justiça;
~~V - os Ministros militares;~~
V - o Ministro de Estado da Defesa; (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 23, de 1999)
VI - o Ministro das Relações Exteriores;
VII - o Ministro do Planejamento.
VIII - os Comandantes da Marinha, do Exército e da Aeronáutica. (Incluído pela Emenda Constitucional nº 23, de 1999)
§ 1º Compete ao Conselho de Defesa Nacional:
[...]
III - propor os critérios e condições de utilização de áreas indispensáveis à segurança do território nacional e opinar sobre seu efetivo uso, especialmente na faixa de fronteira e nas relacionadas com a preservação e a exploração dos recursos naturais de qualquer tipo;
[...]

TÍTULO VI
DA TRIBUTAÇÃO E DO ORÇAMENTO

[...]

SEÇÃO III
DOS IMPOSTOS DA UNIÃO

Art. 153. Compete à União instituir impostos sobre:
I - importação de produtos estrangeiros;
II - exportação, para o exterior, de produtos nacionais ou nacionalizados;
[...]
§ 5º O ouro, quando definido em lei como ativo financeiro ou instrumento cambial, sujeita-se exclusivamente à incidência do imposto de que trata o inciso V do "caput" deste artigo, devido na operação de origem; a alíquota mínima será de um por cento, assegurada a transferência do montante da arrecadação nos seguintes termos: (Vide Emenda Constitucional nº 3, de 1993)
I - trinta por cento para o Estado, o Distrito Federal ou o Território, conforme a origem;
II - setenta por cento para o Município de origem.
Art. 155. Compete aos Estados e ao Distrito Federal instituir impostos sobre: (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 3, de 1993)
II - operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestações de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação, ainda que as operações e as prestações se iniciem no exterior; (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 3, de 1993)
[...]
§ 3º À exceção dos impostos de que tratam o inciso II do *caput* deste artigo e o art. 153, I e II, nenhum outro imposto poderá incidir sobre operações relativas a energia elétrica, serviços de telecomunicações, derivados de petróleo, combustíveis e minerais do País. (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 33, de 2001)
[...]

TÍTULO VII
DA ORDEM ECONÔMICA E FINANCEIRA

CAPÍTULO I
DOS PRINCÍPIOS GERAIS DA ATIVIDADE ECONÔMICA

Art. 170. A ordem econômica, fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa, tem por fim assegurar a todos, existência digna, conforme os ditames da justiça social, observados os seguintes princípios:
I - soberania nacional;
II - propriedade privada;
III - função social da propriedade;
IV - livre concorrência;

V - defesa do consumidor;
~~VI - defesa do meio ambiente;~~
VI - defesa do meio ambiente, inclusive mediante tratamento diferenciado conforme o impacto ambiental dos produtos e serviços e de seus processos de elaboração e prestação; (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 42, de 19.12.2003)
VII - redução das desigualdades regionais e sociais;
VIII - busca do pleno emprego;
IX - ~~tratamento favorecido para as empresas brasileiras de capital nacional de pequeno porte.~~
IX - tratamento favorecido para as empresas de pequeno porte constituídas sob as leis brasileiras e que tenham sua sede e administração no País. (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 6, de 1995)
Parágrafo único. É assegurado a todos o livre exercício de qualquer atividade econômica, independentemente de autorização de órgãos públicos, salvo nos casos previstos em lei. (Vide Lei nº 13.874, de 2019)

[...]
Art. 174. Como agente normativo e regulador da atividade econômica, o Estado exercerá, na forma da lei, as funções de fiscalização, incentivo e planejamento, sendo este determinante para o setor público e indicativo para o setor privado. (Vide Lei nº 13.874, de 2019)
[...]
§ 3º O Estado favorecerá a organização da atividade garimpeira em cooperativas, levando em conta a proteção do meio ambiente e a promoção econômico-social dos garimpeiros.
§ 4º As cooperativas a que se refere o parágrafo anterior terão prioridade na autorização ou concessão para pesquisa e lavra dos recursos e jazidas de minerais garimpáveis, nas áreas onde estejam atuando, e naquelas fixadas de acordo com o art. 21, XXV, na forma da lei.

[...]
Art. 176. As jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra.
§ 1º A pesquisa e a lavra de recursos minerais e o aproveitamento dos potenciais a que se refere o "caput" deste artigo somente poderão ser efetuados mediante autorização ou concessão da União, no interesse nacional, por brasileiros ou empresa constituída sob as leis brasileiras e que tenha sua sede e administração no País, na forma da lei, que estabelecerá as condições específicas quando essas atividades se desenvolverem em faixa de fronteira ou terras indígenas. (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 6, de 1995)
§ 2º É assegurada participação ao proprietário do solo nos resultados da lavra, na forma e no valor que dispuser a lei.
§ 3º A autorização de pesquisa será sempre por prazo determinado, e as autorizações e concessões previstas neste artigo não poderão ser cedidas ou transferidas, total ou parcialmente, sem prévia anuência do poder concedente.
[...]
Art. 177. Constituem monopólio da União:
[...]
V - a pesquisa, a lavra, o enriquecimento, o reprocessamento, a industrialização e o comércio de minérios e minerais nucleares e seus derivados, com exceção dos radioisótopos cuja produção, comercialização e utilização poderão ser autorizadas sob regime de permissão, conforme as alíneas b e c do inciso XXIII do caput do art. 21 desta Constituição Federal. (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 49, de 2006)
[...]
§ 3º A lei disporá sobre o transporte e a utilização de materiais radioativos no território nacional. (Renumerado de § 2º para 3º pela Emenda Constitucional nº 9, de 1995)

CAPÍTULO VI
DO MEIO AMBIENTE

> Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.
> [...]
> § 2º Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei.
> [...]
> § 4º A Floresta Amazônica brasileira, a Mata Atlântica, a Serra do Mar, o Pantanal Mato-Grossense e a Zona Costeira são patrimônio nacional, e sua utilização far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais.
> [...]
>
> CAPÍTULO VIII
> DOS ÍNDIOS
> Art. 231. São reconhecidos aos índios sua organização social, costumes, línguas, crenças e tradições, e os direitos originários sobre as terras que tradicionalmente ocupam, competindo à União demarcá-las, proteger e fazer respeitar todos os seus bens.
> [...]
> § 3º O aproveitamento dos recursos hídricos, incluídos os potenciais energéticos, a pesquisa e a lavra das riquezas minerais em terras indígenas só podem ser efetivados com autorização do Congresso Nacional, ouvidas as comunidades afetadas, ficando-lhes assegurada participação nos resultados da lavra, na forma da lei (Brasil, 1988).

A atividade mineral é considerada de utilidade pública pelo Decreto-Lei nº 3.365/1941: Art. 5º Consideram-se casos de utilidade pública: [...] f) o aproveitamento industrial das minas e das jazidas minerais, das águas e da energia hidráulica (Brasil, 1941).

Alguns princípios que norteiam e sustentam o Direito Minerário favorecem a compreensão a respeito da matéria, conforme descrito por Serra e Esteves (2012). Assim, temos o **princípio da necessidade de destinação do recurso mineral ao uso geral**, que sustenta a ideia de que o empreendimento minerário é de interesse geral da coletividade. Por isso, compete ao Poder Público verificar o interesse público na concessão do aproveitamento dos recursos minerais a particulares interessados, devendo analisar o empreendimento em seus múltiplos aspectos: ambiental, econômico e social.

O **princípio da prioridade de requerimento para obtenção do direito minerário** aborda o fato de que há um critério de prioridade de requerimento para a obtenção do direito minerário, obtendo este em área livre aquele que primeiro o requerer.

O **princípio da otimização da pesquisa e do aproveitamento mineral** possui como premissa que os recursos minerais pertencem à coletividade e que são irrenováveis, esgotáveis e raros, devendo o minerador aproveitá-los da forma mais otimizada possível tanto na fase da pesquisa e de lavra quanto nos variados atos a serem realizados.

Diante da expressa obrigatoriedade prevista na Constituição Federal da necessidade de "recuperar o meio ambiente degradado", na forma do art. 225, §2º, acima citado, dá-se suporte ao **princípio da mineração ecoeficiente**. Segundo tal princípio, embora a mineração altere o

meio ambiente e as questões sociais e econômicas locais, deve também criar condições máximas de restituição e de recuperação do meio ambiente degradado, preservando-se seu uso para as presentes e futuras gerações (Brasil, 1988, art. 225).

A mineração é considerada uma atividade destinada a pesquisar, descobrir e aproveitar os recursos minerais. Trata-se de atividade econômica caracterizada por necessitar de vultosos investimentos, longo prazo de maturação e alto risco. Nela, o empreendedor não pode escolher livremente o local que quer exercer sua atividade, tendo em vista que as minas são lavradas onde o minério se encontra, havendo rigidez locacional (Freire, 2011).

A competência para legislar sobre jazidas, minas e outros recursos minerais é de competência privativa da União (art. 22, XII da CF). Entretanto, é de competência comum entre os todos os entes federativos "registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seus territórios" (Brasil, 1988, art. 23, XI), especialmente dentro de suas localidades.

A compreensão sobre a competência na fiscalização, controle e acompanhamento dos recursos hídricos e minerais é complexa, mas o constituinte incentiva a ação cooperada entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, "em prol do equilíbrio do desenvolvimento e do bem-estar em âmbito nacional" (parágrafo único do art. 23 e do art. 241, ambos da CF). Dito isso, os recursos minerais, inclusive os do subsolo, são de propriedade da União, nos termos do art. 20, IX da CF (Brasil, 1988).

O regulamento do Código de Mineração, o Decreto nº 9.406/2018, traz definições relevantes para melhor entendimento da matéria. Considera como fundamentos para o desenvolvimento da mineração o interesse nacional e a utilidade pública (Brasil, 2018, art. 2º). Define jazida como "toda massa individualizada de substância mineral ou fóssil, que aflore à superfície ou que já exista no solo, no subsolo, no leito ou no subsolo do mar territorial, da zona econômica exclusiva ou da plataforma continental e que tenha valor econômico" (art. 6º, I) e mina como "a jazida em lavra, ainda que suspensa" (art. 6º, II).

"Jazida", portanto, é toda massa individualizada de substância mineral ou fóssil, com valor econômico, aflorada à superfície ou existente no interior da terra. É bem imóvel, diverso do solo, de propriedade distinta da propriedade do solo e com limites definidos na área titularizada nos termos da legislação e de Resoluções da Agência Nacional de Mineração (ANM). Vale ressaltar que as jazidas possuem rigidez locacional, pois estão em determinados locais específicos, mas são finitas, tudo conforme o art. 2º e parágrafos 1º e 2º do art. 6º, ambos do Decreto nº 9.406/2018.

"Mina" é conceituada como o "empreendimento minerário para a extração de substâncias minerais, localizado em área(s) com título autorizativo de lavra outorgado, estabelecido por um

Plano de Aproveitamento Econômico - PAE, Plano de Lavra ou documento similar, aprovado pela ANM, podendo compor um ou mais processos minerários", conforme o art. 1º, inciso II da Resolução ANM nº 68.

A gestão, controle e fiscalização dos recursos minerais da União são de competência da Agência Nacional de Mineração (ANM), dentre outras atribuições estipuladas pela Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017. O aproveitamento dos recursos minerários são realizados via outorga de títulos minerários, também competência da atual ANM (art. 2º, V).

A obtenção do título minerário perpassa um adequado e específico processo administrativo, com requisitos e condições particulares, para que haja a outorga ao titular, responsável pelo Direito Minerário, do aproveitamento do recurso mineral. A identificação dos diferentes regimes jurídicos de aproveitamento mineral considera que as substâncias minerais possuem características e localizações diferentes, que exigem níveis diversos de extração.

O art. 2º do Código de Mineração e demais normatizações indicam os seguintes Regimes de Aproveitamento Mineral:

- Regime de concessão de lavra: tem por objetivo a lavra de reservas minerais;
- Regime de autorização de pesquisa: tem por objeto a realização da pesquisa mineral;
- Regime de licenciamento ou "Registro de Licença": objetiva a lavra dos minerais presentes na Lei 6567/1978;
- Regime de PLG (Permissão de Lavra Garimpeira): tem por objetivo a lavra de recursos minerais garimpáveis;
- Registro de extração: tem por objetivo a lavra de materiais para uso em obras públicas;
- Regime de monopolização: objetiva o aproveitamento de minerais radioativos (depende da execução direta ou indireta do Governo Federal).

Assim, temos que o título autorizativo de lavra, conforme definição do art. 1º, inciso I da Resolução ANM nº 68, é "título que autoriza a seus detentores o aproveitamento de substâncias minerais, segundo os preceitos do Código de Mineração vigente e das normas especiais, com base nos seguintes regimes: de Concessão; Licenciamento; Permissão de Lavra Garimpeira, admitindo-se, também, a lavra com base na autorização especial por meio da expedição de Registro de Extração e Guia de Utilização".

A Guia de Utilização (GU) é regulamentada pela Resolução nº 37, de 04 de junho de 2020, e altera os artigos 102 a 122 da Portaria nº 155/2016. A emissão da Guia de Utilização pela ANM poderá ocorrer antes da outorga da concessão de lavra, de forma excepcional, para: I - aferição da viabilidade técnico-econômica da lavra de substâncias minerais no mercado nacional e/ou

internacional; II - a extração de substâncias minerais para análise e ensaios industriais antes da outorga da concessão de lavra; e III - a comercialização de substâncias minerais, a critério da ANM, de acordo com as políticas públicas, antes da outorga de concessão de lavra (§ 1º, art. 102, da Portaria DNPM/MME 155/2016).

Nesse sentido, por exemplo, o interessado na concessão de aproveitamento mineral por meio do regime de concessão de lavra deve fazer um requerimento com seu pleito (que é voltado para a extração, beneficiamento e comercialização do bem mineral identificado na etapa anterior) de autorização de pesquisa, nos termos do decreto-Lei nº 227/1967 (Código Mineração), Decreto nº 9.406/2018 (Regulamento do Código) e Portaria DNPM nº 155/2016 .

O aproveitamento mineral é realizado por qualquer interessado, estando a área livre, isto é, sem qualquer processo minerário ou restrição legal, ou uma área desonerada. É requerido mediante procedimento de disponibilidade de área, recebendo o interessado a prioridade da área, o que indica a obtenção do título minerário após cumprimento de todas as exigências normativas.

O art. 45 do Regulamento do Código de Mineração (Decreto nº 9.406/2018) define que a área desonerada "é aquela decorrente de qualquer forma de extinção do direito minerário", que "será disponibilizada a interessados, por meio de critérios objetivos de seleção e julgamento, definidos por meio de Resolução da ANM, observado o disposto no art. 26 do Decreto-Lei nº 227, de 1967 - Código de Mineração".

O aumento do conhecimento geológico é primordial para ampliar a confiança e a segurança na assertividade do pedido administrativo, que foi alterado com a implementação da nova estrutura regulatória brasileira na ANM.

A Resolução nº 24, de 3 de fevereiro de 2020, que regulamenta o procedimento de disponibilidade de que falam os artigos 26, 32 e 65, § 1º do Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, e o art. 2º, inciso VII, da Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017, traz:

> Art. 3º As áreas serão declaradas em disponibilidade para pesquisa ou lavra, a critério da ANM, devendo ser:
> I - Para pesquisa, no regime de autorização; ou
> II - Para lavra, nos regimes de concessão de lavra ou permissão de lavra garimpeira.
> § 1º A juízo da ANM, e nos termos definidos em edital, as áreas poderão ser declaradas em disponibilidade de forma individual ou como blocos de áreas e para regime diverso do processo original, ressalvado o disposto no art. 32 do Código de Mineração (Brasil, 2017, art. 3º).

O art. 46 do Decreto nº 9.406/2018 esclarece que, para "avaliar o potencial de atratividade da área desonerada para leilão eletrônico, a ANM poderá, a seu critério, submetê-la a oferta pública prévia, conforme estabelecido em Resolução da ANM".

A manifestação de interesse pela área ofertada será realizada de forma eletrônica, com sigilo protegido para resguardar a quantidade e a identidade dos interessados. Se surgir apenas uma

apresentação de interesse, o interessado será notificado para protocolizar o seu requerimento de pesquisa em trinta dias, dispensada a realização do leilão eletrônico. Contudo, se houver mais de uma manifestação de interesse, a ANM providenciará os trâmites para a disponibilização da área mediante leilão eletrônico. Em não havendo interessados e não sendo apresentada nenhuma manifestação de interesse do procedimento da ANM, a área será considerada livre (Art. 46 do Decreto nº 9.406/2018).

O art. 6º do Código de Mineração estabelece a diferenciação entre as minas concedidas (que são as acima mencionadas, cujo direito de lavra é obtido por meio de outorga do Poder Público) e as minas manifestadas (remanescentes de regime jurídico anteriormente vigente, em que a substância mineral era considerada acessória da superfície) (Serra; Esteves, 2012). Conforme previsão do parágrafo único do art. 7º do Código de Minas, as minas manifestadas independem de concessão para o seu aproveitamento, mas estão sujeitas às mesmas condições de lavra, tributação e fiscalização das minas concedidas.

"A atividade de mineração abrange a pesquisa, a lavra, o desenvolvimento da mina, o beneficiamento, o transporte e a comercialização dos minérios e o aproveitamento e o armazenamento de estéreis e rejeitos", conforme previsão expressa do art. 5º do Regulamento do Código de Mineração, Decreto nº 9.406/2018, com redação dada Pelo Decreto nº 10.965/2022).

É competência da Agência Nacional de Mineração (ANM) expedir os títulos minerários e os demais atos referentes à execução da legislação minerária, decidir requerimentos e outorgar concessões de lavra das substâncias minerais discutidas no art. 1º da Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978 , nos termos do art. 2º, incisos XVII e XVIII, da Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017. A competência é subdelegada aos Gerentes das Unidades Administrativas Regionais, conforme a Portaria ANM nº 1.056, de 30 de junho de 2022.

O minerador, detentor do título minerário e no exercício da atividade de mineração, é responsável pela: I - prevenção, mitigação e compensação dos impactos ambientais decorrentes dessa atividade, incluídos aqueles relativos ao bem-estar das comunidades envolvidas e ao desenvolvimento sustentável no entorno da mina; II - preservação da saúde e da segurança dos trabalhadores; III - prevenção de desastres ambientais, incluídas a elaboração e a implantação do plano de contingência ou de documento correlato, conforme resolução da ANM, que deverá ser integrado ao Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil do Município, quando houver; e IV - recuperação ambiental das áreas impactadas, conforme previsão do parágrafo 2º do art. 5º do Decreto nº 9.406/2018, com redação dada pelo Decreto nº 10.965/2022).

Considerando que as jazidas minerais são finitas (art. 2º, parágrafo único do Decreto 9.406/2018), há uma preocupação cada vez mais crescente e alinhada ao nosso ordenamento

jurídico de cuidado com o fechamento da mina, devendo haver um planejamento para a realização total das estruturas de uma mina, com roteiros que envolvam aspectos múltiplos, ambientais e socioculturais.

Inclusive a exaustão da mina consiste na conclusão da atividade de lavra após o esgotamento da reserva minerável da mina, prevista na última atualização do Plano de Aproveitamento Econômico aprovado, conforme art. 34, inciso II, e art. 35 do Decreto nº 9.406/2018 (art. 1º, IV da Resolução ANM nº 68).

O planejamento e a constante atualização do Plano de Fechamento de Mina (PFM) são obrigatórios, conforme disposto no parágrafo 2º do art. 225 da CF; no parágrafo 3º e 4º do art. 5º, art. 32, ambos do Decreto nº 9.406/2018; no art. 1º e 3º do Decreto nº 97.632/89; e no art. 2º, VII e VIII, da Lei nº 6938/81 e da Resolução ANM nº 68.

O Plano de Fechamento de Mina (PFM) consiste no "conjunto de procedimentos para o descomissionamento da área da mina após a atividade de mineração, envolvendo a desmobilização das estruturas provisórias de suporte às operações de lavra e beneficiamento, a estabilização física e química das estruturas permanentes e seus monitoramentos, bem como a habilitação da área para um novo aproveitamento mineral ou outro uso futuro", nos termos da dicção do inciso III do art. 1º da Resolução ANM nº 68.

A Resolução ANM nº68 detalha o Plano de Fechamento de Mina (PFM), indicando os elementos que devem existir em sua composição. O PFM deve ser atualizado a cada 5 (cinco) anos ou nas atualizações do Plano de Aproveitamento Econômico (PAE), o que ocorrer primeiro, apresentando as alterações ocorridas no plano nesse período (art. 10). Caso não haja qualquer alteração, o interessado deverá confirmar essa informação junto à ANM, ratificando as informações prestadas anteriormente (parágrafo 2º, art. 12).

Observe-se que, considerando que o detentor de título minerário pode ser diverso do proprietário da superfície da propriedade em que realiza sua lavra, por exemplo, a legislação determina autorização do proprietário da superfície e do município da localidade, responsável pelo ordenamento da localidade, dentro do processo administrativo para aquisição do título minerário.

O interessado em realizar a exploração mineral e o superficiário devem ter bom relacionamento, considerando que a exploração trará impacto na propriedade do superficiário. A anuência na exploração é primordial, devendo a sua ausência ser comunicada à ANM para as providências pertinentes.

Orienta-se a realização de contratos bem elaborados entre as partes e nos termos da legislação, que determina que, na fase de pesquisa, o empreendedor minerário acordará com o superficiário um valor a ser pago de renda pela ocupação do terreno a ser pesquisado ou lavrado, também

deverá pagar uma indenização por danos e prejuízos (materiais ou morais) causados à propriedade ou ao seu proprietário e também indicar a forma como será realizada a recuperação da área lavrada.

O superficiário tem o direito de receber valores a título de *royalties*: ao menos 50% (cinquenta por cento) da alíquota paga pelo empreendedor minerário a título de CFEM sobre os resultados de lavra, nos termos do § 1º do art, 11 do Código de Minas:

> Art. 11. Serão respeitados na aplicação dos regimes de Autorização, Licenciamento e Concessão: (Redação dada pela Lei nº 6.403, de 1976)
> a) o direito de prioridade à obtenção da autorização de pesquisa ou de registro de licença, atribuído ao interessado cujo requerimento tenha por objeto área considerada livre, para a finalidade pretendida, à data da protocolização do pedido no Departamento Nacional da Produção Mineral (D.N.P.M), atendidos os demais requisitos cabíveis, estabelecidos neste Código; e (Redação dada pela Lei nº 6.403, de 1976)
> ~~b) o direito à participação nos resultados de lavra, em valor correspondente ao dízimo do imposto sobre Minerais, aplicável, exclusivamente, às concessões outorgadas após 14 de março de 1967. (Redação dada pela Lei nº 6.403, de 1976)~~
> b) o direito à participação do proprietário do solo nos resultados da lavra. (Redação dada pela Lei nº 8.901, de 1994)
> § 1º A participação de que trata a alínea b do caput deste artigo será de cinqüenta por cento do valor total devido aos Estados, Distrito Federal, Municípios e órgãos da administração direta da União, a título de compensação financeira pela exploração de recursos minerais, conforme previsto no caput do art. 6º da Lei nº 7.990, de 29/12/89 e no art. 2º da Lei nº 8.001, de 13/03/90. (Incluído pela Lei nº 8.901, de 1994)

1.1.1 Legislação Federal

Esclarece-se que, para além da Constituição Federal, do Código de Mineração e de seu regulamento, a Portaria DNPM/MME 155/2016 é essencial para a compreensão do regramento específico do setor mineral, pois ela revoga normatizações e traz detalhamentos de como proceder em situações diversas.

A compreensão da Portaria DNPM/MME 155/2016 é relevante, devendo ser lida de forma a compreender que, onde está descrito DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral), leia-se atualmente como ANM (Agência Nacional de Mineração). Inclusive, essa normativa está atualizada por diversas resoluções da ANM e, em seu primeiro anexo, fala sobre toda Consolidação Normativa, dispondo de assuntos importantes e essenciais aos interessados no setor mineral.

Assim, após a contribuição no breve levantamento e detalhamento dos aspectos constitucionais, da legislação federal e de normatizações referentes ao setor mineral, listam-se as principais normatizações do setor para melhor compreensão:

- Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 — Dá nova redação ao Decreto-Lei nº 1.985, de 29 de janeiro de 1940 (Código de Minas);
- Lei nº 7.805, de 18 de julho de 1989 — Altera o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, cria o regime de permissão de lavra garimpeira, extingue o regime de matrícula e dá outras providências;
- Decreto nº 9.406, de 12 de junho de 2018 — Regulamenta o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, a Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978, a Lei nº 7.805, de 18 de julho de 1989, e a Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017;
- Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978 — Dispõe sobre o regime especial para exploração, o aproveitamento das substâncias minerais que especifica e dá outras providências;
- Portaria DNPM/MME 155/2016 — Aprova a Consolidação Normativa do DNPM e revoga os atos normativos consolidados.
  *Há diversas Resoluções Normativas da ANM que alteraram a importante Portaria nº 155/2016, mas todas já estão incorporadas ao seu texto, como a Resolução ANM nº 131, de 24 de fevereiro de 2023 (que altera os artigos 103 e 114 da Portaria nº 155, de 12 de maio de 2016); a Resolução ANM nº 131, de 24 de fevereiro de 2023 (que altera os artigos 103 e 114 da Portaria nº 155, de 12 de maio de 2016); a Resolução ANM nº 80, de 27 de agosto de 2021 (que restabelece o art. 28, § 2º, da Consolidação Normativa do DNPM, aprovada pela Portaria DNPM nº 155, de 12 de maio de 2016); a Resolução nº 33, de 12 de maio de 2020 (que altera o art. 246 da Portaria DNPM nº 155, de 12 de maio de 2016, que aprova a Consolidação Normativa do DNPM e revoga os atos normativos consolidados); a Resolução nº 1, de 25 de janeiro de 2019 (que altera a Consolidação Normativa do DNPM, aprovada pela Portaria nº 155, de 12 de maio de 2016, e dá outras providências).
- Resolução ANM nº 1, de 10 de dezembro de 2018 — Disciplina o registro de extração, previsto no inciso I do parágrafo único do art. 13 do Decreto nº 9.406, de 12 de junho de 2018;
- Resolução ANM 37, de 4 de junho de 2020 — Altera do artigo 102 ao 122 da Portaria nº 155/2016, que disciplinam a emissão da Guia de Utilização (GU);
- Manual DNPM/MME 10/2016 — Guia do Minerador: informações básicas;
- Carta de Serviços ao Usuário — A Carta de Serviços é um instrumento de gestão pública, que contém informações sobre os serviços públicos prestados de forma direta ou indireta pelos órgãos e entidades da administração pública. Ela contempla as formas de acesso, padrões de qualidade e compromissos de atendimento aos usuários.

Fica evidente, acima, que existem várias legislações específicas, temáticas, relacionados a determinado recurso mineral ou atividade de regulação, controle e fiscalização interligada ao setor mineral.

A água mineral possui normativa específica e existe uma série de regulamentações para poder ser comercializada. É elemento essencial à vida e, por ser um bem mineral, precisa da autorização da ANM, quando a água mineral for comercializada. A ANM exige que a Rede de Laboratórios de Análises Minerais (LAMIN), do Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM), faça as análises químicas, físico-químicas e ambientais de fontes de água mineral, termal

gasosa, potável de mesa ou destinada a fins balneários, conforme descrito na Portaria SEI nº 819 , de 3 de dezembro de 2018. Sobre a água mineral temos diversas normativas, sendo as principais:

- Decreto-Lei nº 7.841 de 8 de agosto de 1945 — Código de Águas Minerais;
- Portaria nº 231, de 31 de julho de 1998 — Regulamentar, de acordo com o que estabelece o capítulo III, artigos de 12 a 18 do Código de Águas Minerais, as ações e os procedimentos necessários à definição de áreas de proteção das fontes, balneários e estâncias de águas minerais e potáveis de mesa em todo o território nacional, objetivando sua preservação, conservação e racionalização de uso;
- Portaria SEI nº 819, 03 de dezembro de 2018 — Estabelece instruções sobre análises oficiais de fontes de água mineral, termal, gasosa, potável de mesa ou destinada a fins balneários;
- Portaria n° 540 , de 18 de dezembro de 2014 — Estabelece limites mínimos dos elementos dignos de nota para a classificação das águas minerais;
- Resolução CNRH N° 76, de 16 de outubro de 2007 — Estabelece diretrizes gerais para a integração entre a gestão de recursos hídricos e a gestão de águas minerais, termais, gasosas, potáveis de mesa ou destinadas a fins balneários.

Na realização de pesquisa ou na lavra autorizada, caso haja ocorrência de urânio ou de tório, elementos radioativos, o titular do título minerário é obrigado a comunicar o fato imediatamente à Autoridade Nacional de Segurança Nuclear (ANSN), à Agência Nacional de Mineração (ANM) e às Indústrias Nucleares do Brasil S.A. (INB), sob pena de revogação da autorização de seu título e demais infrações administrativas.

A ANM possui a competência de regular, normatizar, autorizar, controlar e fiscalizar as atividades de pesquisa e lavra de minérios nucleares no país, exceto em relação às questões de segurança nuclear e de proteção radiológica — competência da Autoridade Nacional de Segurança Nuclear (ANSN), nos termos do art. 6º da Lei nº 14.222, de 15 de outubro de 2021.

Sobre minérios nucleares, destacam-se as seguintes legislações:

- ✓ Lei nº 14.514, de 29 de dezembro de 2022 — Dispõe sobre a empresa Indústrias Nucleares do Brasil S.A. (INB), sobre a pesquisa, a lavra e a comercialização de minérios nucleares, de seus concentrados e derivados e de materiais nucleares, e ainda sobre a atividade de mineração; altera as Leis nº: 4.118, de 27 de agosto de 1962; 8.001, de 13 de março de 1990; 9.991, de 24 de julho de 2000; 10.438, de 26 de abril de 2002; 13.575, de 26 de dezembro de 2017; 13.848, de 25 de junho de 2019; 14.222, de 15 de outubro de 2021; e o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração); ademais, revoga a Lei nº 5.740, de 1º de dezembro de 1971, e dispositivos das Leis nº: 4.118, de 27 de agosto de 1962; 6.189, de 16 de dezembro de 1974; 7.781, de 27 de junho de 1989; 13.575, de 26 de dezembro de 2017; 14.222, de 15 de outubro de 2021; e do Decreto-Lei nº 1.038, de 21 de outubro de 1969;

- ✓ Lei nº 14.222, de 15 de outubro de 2021 — cria a Autoridade Nacional de Segurança Nuclear (ANSN); altera as Leis nº: 4.118, de 27 de agosto de 1962; 6.189, de 16 de dezembro de 1974; 6.453, de 17 de outubro de 1977; 9.765, de 17 de dezembro de 1998; 8.691, de 28 de julho de 1993; e 10.308, de 20 de novembro de 2001; e revoga a Lei nº 13.976, de 7 de janeiro de 2020.

Apontam-se também normas relacionadas à exportação de alguns recursos minerais, fósseis, asbesto/amianto e diamante:

- Decreto-Lei nº 4.146 de 1942 — Dispõe sobre a proteção dos depósitos fossilíferos.[1]
- Decreto nº 2.350, de 15 de outubro de 1997 — Estabelece que a comercialização de asbesto/amianto, da variedade crisotila, em qualquer de suas formas, somente poderá ser realizada após autorização do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM);
- ✓ Lei no 10.743, de 09 de outubro de 2003 — Institui no Brasil o Sistema de Certificação do Processo de Kimberley (SCPK), relativo à exportação de diamantes brutos, e dá outras providências;
- ✓ Portaria Conjunta DNPM/SRF nº 397, de 13 de outubro de 2003 — Institui o Sistema de Certificação do Processo de Kimberley no território nacional;
- ✓ Portaria nº 192, de 25 de maio de 2007 — Regula a emissão do Certificado do Processo de Kimberley (CPK) para exportação e anuência para importação de diamantes brutos, institui o Cadastro Nacional do Comércio de Diamantes Brutos, o Relatório de Transações sobre a Produção e Comercialização de Diamantes Brutos e dá outras providências;
- Lei nº 7.805, de 18 de julho de 1989 — Altera o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, cria o regime de permissão de lavra garimpeira, extingue o regime de matrícula e dá outras providências.

Segue, mais abaixo, indicação de Decretos Federais, Portarias, Instruções Normativas e Resoluções Normativas da ANM de relevância para o setor. Observe-se que, além de leis e decretos que regulamentam o setor mineral, as atividades também são norteadas por diversos atos infralegais.

As atuais Resoluções Normativas da ANM estabelecem critérios técnicos e o modo de agir nos termos dispostos em lei. As portarias são atos normativos mais simples, mas que determinam questões internas, de servidores, publicando a decisão de concessão de licenças e aposentadorias, por exemplo.

As portarias também publicizam a decisão sobre as outorgas de direitos minerários, publicados no Diário Oficial da União e disponíveis no sítio eletrônico da ANM, em portarias individualizadas a cada detentor do título minerário, após tramitação de seu processo

[1] Matéria também detalhada na Portaria DNPM/MME 155/2016 , em seus artigos 296 a 320.

administrativo e atendimento de todos os pré-requisitos normativos. Demais atos individualizados, como a declaração de caducidade do título mineral, também são publicados, ao final, em portarias. O rol dessas portarias é encontrado no sítio eletrônico da ANM (Agência Nacional de Mineração, 2023).

- Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 — Dá nova redação ao Decreto-Lei nº 1.985, de 29 de janeiro de 1940 (Código de Minas);
- Decreto nº 11.350, de 1º de janeiro de 2023 — Aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e das Funções de Confiança do Ministério de Minas e Energia e remaneja cargos em comissão e funções de confiança;
- Decreto nº 11.401, de 23 de janeiro de 2023 — Dispõe sobre a vinculação das entidades da administração pública federal indireta;
- Decreto nº 9.406, de 12 de junho de 2018 — Regulamenta o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, a Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978, a Lei nº 7.805, de 18 de julho de 1989, e a Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017;
- Decreto nº 7.133, de 19 de março de 2010 Regulamenta os critérios e procedimentos gerais a serem observados para a realização das avaliações de desempenho individual e institucional e o pagamento das gratificações de desempenho abordadas pelas Leis nº: 9.657, de 3 de junho de 1998; 10.484, de 3 de julho de 2002; 10.550, de 13 de novembro de 2002; 10.551, de 13 de novembro de 2002; 10.682, de 28 de maio de 2003; 10.768, de 19 de novembro de 2003; 10.871, de 20 de maio de 2004; 10.883, de 16 de junho de 2004; 11.046, de 27 de dezembro de 2004; 11.090, de 7 de janeiro de 2005; 11.095, de 13 de janeiro de 2005; 11.156, de 29 de julho de 2005; 11.171, de 2 de setembro de 2005; 11.233, de 22 de dezembro de 2005; 11.344, de 8 de setembro de 2006; 11.355, de 19 de outubro de 2006; 11.356, de 19 de outubro de 2006; 11.357, de 19 de outubro de 2006; 11.784, de 22 de setembro de 2008; 11.890, de 24 de dezembro de 2008; e 11.907, de 2 de fevereiro de 2009.

- RESOLUÇÕES NORMATIVAS DA ANM

- Resolução ANM nº 136, de 31 de maio de 2023 — Altera a Resolução ANM nº 122/2022, que dispõe sobre os procedimentos para apuração das infrações, sanções e os valores das multas aplicáveis em decorrência do não cumprimento das obrigações previstas na legislação do setor mineral;
- Resolução ANM nº 135, de 3 de abril de 2023 — Altera o artigo 42 da Consolidação Normativa aprovada na forma do Anexo da Portaria nº 155, de 12 de maio de 2016;
- Resolução ANM nº 134, de 29 de março de 2023 — Institui projeto-piloto do Programa de Gestão Orientada para Resultados (PGOR) para os empregados públicos anistiados lotados nas gerências regionais da ANM no Espírito Santo e em Minas Gerais;
- Resolução ANM nº 133, de 16 de março de 2023 — Aprova o Plano de Diretrizes da Agência Nacional de Mineração, com vigência até dezembro de 2024, e estabelece as diretrizes para a elaboração dos planos executivos;
- Resolução ANM nº 132, de 28 de fevereiro de 2023 — Atualiza os valores dos emolumentos, da Taxa Anual por Hectare (TAH), das multas previstas na legislação minerária, das vistorias de fiscalização e dos demais serviços prestados pela Agência

Nacional de Mineração, fixados através da Resolução ANM nº 93, de 03 de fevereiro de 2022;

- Resolução ANM nº 131, de 24 de fevereiro de 2023 — Altera os artigos 103 e 114 da Portaria nº 155, de 12 de maio de 2016;
- Resolução ANM nº 130, de 24 de fevereiro de 2023 — Altera a Resolução ANM nº 95, de 7 de fevereiro de 2022, e dá outras providências;
- Resolução ANM nº 129, de 23 de fevereiro de 2023 — Dispõe sobre cumprimento dos deveres de prevenção à lavagem de dinheiro e ao financiamento do terrorismo e da proliferação de armas de destruição em massa (PLD/FTP), legalmente atribuídos na forma dos arts. 10 e 11 da Lei nº 9.613, de 3 de março de 1988;
- Resolução ANM nº 128, de 9 de fevereiro de 2023 — Altera a Resolução ANM nº 102/2022, que aprova as alterações de quantitativos e a distribuição dos cargos comissionados de gerência executiva, de assessoria, de assistência e dos cargos comissionados técnicos e o novo Regimento Interno da Agência Nacional de Mineração (ANM);

✓Resolução ANM nº 127, de 22 de dezembro de 2022 — Altera os artigos 246 e 254 da Portaria nº 155/2016 para simplificar os procedimentos para cessão e arrendamento de títulos minerários realizados dentro do mesmo grupo econômico;

✓Resolução ANM nº 126, de 2 de dezembro de 2022 — Altera a Resolução ANM nº 102/2022, que aprova as alterações de quantitativos e a distribuição dos cargos comissionados de gerência executiva, de assessoria, de assistência e dos cargos comissionados técnicos e o novo Regimento Interno da Agência Nacional de Mineração (ANM);

✓Resolução ANM nº 125, de 01 de dezembro de 2022 — Aprova a Meta Global e as Metas Intermediárias para o 5º Ciclo de Avaliação Institucional da ANM no período de janeiro a dezembro de 2023;

✓Resolução ANM nº 124, de 1º de dezembro de 2022 — Revoga expressamente atos normativos com efeitos exauridos no tempo ou obsoletos, em cumprimento às disposições do Decreto nº 10.139, de 28 de novembro de 2019;

✓Resolução ANM nº 123, de 1º de dezembro de 2022 — Estabelece os parâmetros para avaliação e aceitação de produtos decorrentes de aerolevantamento apresentados à Agência Nacional de Mineração (ANM), em especial os obtidos por Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada (RPAS), sigla do inglês *Remotely Piloted Aircraft System*, popularmente conhecido como "Drone";

✓ Resolução ANM nº 122, de 28 de novembro de 2022 — Dispõe sobre os procedimentos para apuração das infrações, sanções e os valores das multas aplicáveis em decorrência do não cumprimento das obrigações previstas na legislação do setor mineral;

✓Resolução ANM nº 121, de 11 de novembro de 2022 — Institui a Política de Saúde e Qualidade de Vida no Trabalho da Agência Nacional da Mineração;

✓Resolução ANM nº 120, de 26 de outubro de 2022 — Regulamenta o pagamento da taxa anual por hectare, prevista no inciso II do *caput* do art. 20 do Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração), e estabelece valores, prazos de recolhimentos e demais critérios e condições de pagamento;

✓Resolução ANM nº 119, de 24 de outubro de 2022 — Regulamenta o requerimento de autorização de pesquisa por meio do sistema de Requerimento Eletrônico de

Autorização de Pesquisa Mineral (REPEM) e dá outras providências;

- Resolução ANM nº 118, de 21 de outubro de 2022 — Aprova a readequação da Meta Global e das Metas Intermediárias para o 4º Ciclo de Avaliação Institucional da ANM, no período de janeiro a dezembro de 2022;
- Resolução ANM nº 117, de 21 de outubro de 2022 — Revoga as resoluções que especifica, altera a Resolução nº 24, de 3 de fevereiro de 2020 e a Resolução nº 102, de 13 de abril de 2022;
- Resolução ANM nº 116, de 06 de outubro de 2022 — Institui a Comissão Interna de Saúde do Servidor Público na Agência Nacional de Mineração (ANM);
- Resolução ANM nº 115, de 4 de outubro de 2022 — Dispõe sobre a prorrogação do prazo previsto na Resolução ANM nº 95, de 07 de fevereiro de 2022, para a apresentação do Relatório de Inspeção de Segurança Regular (RISR), da Declaração de Condição de Estabilidade (DCE) e de mapas de inundação de barragens de mineração;
- Resolução ANM nº 114, de 2 de setembro de 2022 — Aprova a primeira Revisão Extraordinária da Agenda Regulatória da Agência Nacional de Mineração para o biênio 2022/2023 e altera a Resolução ANM nº 105, de 20 de abril de 2022;
- Resolução ANM nº 113, de 21 de julho de 2022 — Altera a Resolução ANM nº 102/2022, que aprova as alterações de quantitativos e a distribuição dos cargos comissionados de gerência executiva, de assessoria, de assistência e dos cargos comissionados técnicos e o novo Regimento Interno da Agência Nacional de Mineração (ANM);
- Resolução ANM nº 112, de 14 de julho de 2022 — Altera a Resolução ANM nº 102, de 13 de abril de 2022, que aprova as alterações de quantitativos e a distribuição dos cargos comissionados de gerência executiva, de assessoria, de assistência e dos cargos comissionados técnicos e o novo Regimento Interno da Agência Nacional de Mineração (ANM);
- Resolução ANM nº 111, de 30 de junho de 2022 — Altera Resolução nº 46/2020, que alterou o art. 1º da Resolução nº 28/2020, que estabelece os casos cujos prazos processuais e matérias serão suspensos, com a fixação de prazo inicial e final de suspensão, bem como outros procedimentos correlatos, e dá outras providências;
- Resolução ANM nº 110, de 29 de junho de 2022 — Altera a Resolução ANM nº 102/2022, que aprova as alterações de quantitativos e a distribuição dos cargos comissionados de gerência executiva, de assessoria, de assistência e dos cargos comissionados técnicos e o novo Regimento Interno da Agência Nacional de Mineração (ANM);
- Resolução ANM nº 109, de 21 de junho de 2022 — Altera o art. 1º da Resolução ANM nº 73, de 07 de junho de 2021, que institui, por prazo determinado, Grupo de Trabalho permanente para constituir as Comissões Julgadoras que especifica. Revogada pela Resolução 117/2022/ANM/MME;
- Resolução ANM nº 108, de 14 de junho de 2022 — Altera a Resolução ANM nº 102/2022, que aprova as alterações de quantitativos e a distribuição dos cargos comissionados de gerência executiva, de assessoria, de assistência e dos cargos comissionados técnicos e o novo Regimento Interno da Agência Nacional de Mineração (ANM);
- Resolução ANM nº 107, de 12 de junho de 2022 — Altera a Resolução ANM nº 102/2022, que aprova as alterações de quantitativos e a distribuição dos cargos comissionados de gerência executiva, de assessoria, de assistência e dos cargos

comissionados técnicos e o novo Regimento Interno da Agência Nacional de Mineração (ANM). Nota: Esta resolução entra em vigor em 17 de junho de 2022, na data em que vigora a Resolução ANM nº 102, de 2022;

- Resolução ANM nº 106, de 2 de maio de 2022 — Regulamenta a emissão do Certificado do Processo de Kimberley (CPK) para exportação; a anuência para importação e exportação de diamantes brutos; o Cadastro Nacional do Comércio de Diamantes (CNCD); e o Relatório de Transações Comerciais (RTC); e dá outras providências;
- Resolução ANM nº 105, de 20 de abril de 2022 — Aprova a Agenda Regulatória da Agência Nacional de Mineração (ANM) para o biênio 2022/2023. Nota: Esta resolução entra em vigor em 02 de maio de 2022;
- Resolução ANM nº 104, de 20 de abril de 2022 — Altera a Resolução ANM nº 68, de 30 de abril de 2021, que dispõe sobre as regras referentes ao Plano de Fechamento de Mina (PFM);
- Resolução ANM nº 103, de 20 de abril de 2022 — Regulamenta o Cadastro Nacional do Primeiro Adquirente de bem mineral proveniente do Regime de Permissão de Lavra Garimpeira;
- Resolução ANM nº 102, de 13 de abril de 2022 — Aprova as alterações de quantitativos e a distribuição dos cargos comissionados de gerência executiva, de assessoria, de assistência e dos cargos comissionados técnicos e o novo Regimento Interno da Agência Nacional de Mineração - ANM. Nota: Esta resolução entra em vigor 60 (sessenta) dias a partir da data de sua publicação;
- Resolução ANM nº 101, de 28 de março de 2022 — Altera a Resolução nº 73, de 07 de junho de 2021, que institui, por prazo determinado, Grupo de Trabalho permanente para constituir as Comissões Julgadoras que especifica. Revogada pela Resolução 117/2022/ANM/MME;
- Resolução ANM nº 100, de 28 de março de 2022 — Dispõe sobre o pagamento de Gratificação por Encargo de Curso ou Concurso (GECC) no âmbito da Agência Nacional de Mineração;
- Resolução ANM nº 99, de 24 de março de 2022 — Aprova a readequação da Meta Global e das Metas Intermediárias para o 4º Ciclo de Avaliação Institucional da ANM, no período de janeiro a dezembro de 2022;
- Resolução ANM nº 98, de 22 de março de 2022 — Institui, no âmbito da Agência Nacional de Mineração (ANM), o Comitê de Acompanhamento do Projeto META II e do Acordo de Cooperação Técnica (ACT) ANM-CPRM-SGM/MME;
- Resolução ANM nº 97, de 17 de março de 2022 — Altera a Resolução nº 16, de 25 de setembro de 2019, que institui e regulamenta o protocolo digital, o módulo de peticionamento eletrônico do SEI (sistema eletrônico de informações), o SEI e define normas, rotinas e procedimentos de instrução do processo eletrônico;
- Resolução ANM nº 96, de 10 de fevereiro de 2022 — Torna público o resultado do 3º Ciclo de Avaliação Institucional da Agência Nacional de Mineração, período de maio a dezembro de 2021;
- Resolução ANM nº 95, de 7 de fevereiro de 2022 — Consolida os atos normativos que dispõem sobre segurança de barragens de mineração;
- Resolução ANM nº 94, de 7 de fevereiro de 2022 — Normatiza o inciso XXXV do art. 2º da Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017, disciplina a classificação das reservas

minerais, com base em padrões internacionalmente aceitos de declaração de resultados, nos termos do § 4º do art. 9º do Decreto nº 9.406, de 12 de junho de 2018, e dá outras providências;

- ✓ Resolução ANM nº 93, de 3 de fevereiro de 2022 — Atualiza os valores dos Emolumentos, da Taxa Anual por Hectare (TAH), das Multas Previstas na Legislação Minerária, das Vistorias de Fiscalização e dos demais serviços prestados pela Agência Nacional de Mineração (ANM), fixados através da Resolução ANM nº 58, de 11/02/2021, publicada no Diário Oficial da União de 12/02/2021 - Seção I;
- ✓ Resolução ANM nº 92, de 13 de janeiro de 2022 — Altera a Portaria n° 155/2016 para inclusão de situações de calamidade pública decretada como fator condicionante da viabilidade de execução de obras emergenciais que demandem trabalhos de movimentação de terras ou desmonte de materiais *in natura*;
- ✓ Resolução ANM anm nº 91, de 23 de dezembro de 2021 — Institui o Programa de Gestão e Melhoria da Qualidade da Atividade de Auditoria Interna da Agência Nacional de Mineração (ANM);
- ✓ Resolução ANM nº 90, de 22 de dezembro de 2021 — Regulamenta os artigos 43 e 44 do Decreto nº 9.406, de 12 de junho de 2018, estabelecendo as hipóteses de oferecimento de direitos minerários como garantia em operações de captação de recursos para o financiamento da mineração, bem como os requisitos e condições para que ocorra a transferência da titularidade de tais direitos;
- ✓ Resolução ANM nº 89, de 22 de dezembro de 2021 — Altera a Resolução ANM nº 2, de 12 de dezembro de 2018, que trata da Estrutura Organizacional e do Regimento Interno da Agência Nacional de Mineração (ANM). Revogada pela Resolução 102/2022/DC/ANM/ MME;
- ✓ Resolução ANM nº 88, de 21 de dezembro de 2021 — Aprova a Meta Global e as Metas Intermediárias para o 4º Ciclo de Avaliação Institucional da ANM, no período de janeiro a dezembro de 2022;
- ✓ Resolução ANM nº 87, de 21 de dezembro de 2021 — Torna públicas as datas para a realização das Reuniões Ordinárias Públicas da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Mineração (ANM) no ano de 2022;
- ✓ Resolução ANM nº 86, de 20 de dezembro de 2021 — Designar membros para compor a Comissão de Ética da Agência Nacional de Mineração;
- ✓ Resolução ANM nº 85, de 2 de dezembro de 2021 — Dispõe sobre procedimentos para o aproveitamento de rejeitos e estéreis;
- ✓ Resolução ANM nº 83, de 3 de novembro de 2021 — Autoriza o afastamento de servidor do país para participar de evento institucional;
- ✓ Resolução ANM nº 81, de 19 de outubro de 2021 — Aprova o Regimento Interno da Comissão de Ética da Agência Nacional de Mineração (ANM);
- ✓ Resolução ANM nº 80, de 27 de agosto de 2021 — Restabelece o art. 28, § 2º, da Consolidação Normativa do DNPM, aprovada pela Portaria DNPM nº 155, de 12 de maio de 2016;
- ✓ Resolução ANM nº 77, de 28 de julho de 2021 — Estabelece as diretrizes e procedimentos gerais a serem adotados para o retorno do atendimento presencial nas instalações da ANM, em todo o território nacional, de forma gradual e com adoção das medidas de segurança preconizadas pelos órgãos sanitários;

- ✓ Resolução ANM nº 76, de 29 de junho de 2021 —
- ✓ Resolução ANM nº 75, de 11 de junho de 2021 — Dispõe sobre a progressão e promoção e os procedimentos para avaliação de desempenho dos servidores ocupantes dos cargos de provimento efetivo da Agência Nacional de Mineração (ANM), conforme mencionado na Lei nº 11.046, de 27 de dezembro de 2004;
- ✓ Resolução ANM nº 74, de 8 de junho de 2021 — Revoga expressamente atos normativos com efeitos exauridos no tempo ou obsoletos, em cumprimento às disposições do Decreto nº 10.139, de 28 de novembro de 2019;
- ✓ Resolução ANM nº 72, de 28 de maio de 2021 — Torna público o resultado do 2º Ciclo de Avaliação Institucional da Agência Nacional de Mineração (2020/2021);
- ✓ Resolução ANM nº 71, de 14 de maio de 2021 — Regulamenta a celebração de Acordos de Cooperação Técnica entre a Agência Nacional de Mineração (ANM) e Estados, o Distrito Federal e Municípios para a cooperação mútua no desempenho de ações e atividades complementares e acessórias à fiscalização da atividade minerária, nos termos do artigo 2º, § 4º, da Lei nº 13.575/2017;
- ✓ Resolução ANM nº 69, de 30 de abril de 2021 — Dispõe sobre o Estatuto da Auditoria Interna Governamental da Agência Nacional de Mineração;
- ✓ Resolução ANM nº 68, de 30 de abril de 2021 — Dispõe sobre as regras referentes ao Plano de Fechamento de Mina (PFM) e revoga as Normas Reguladoras da Mineração nº 20.4 e nº 20.5, aprovadas pela Portaria DNPM nº 237, de 18 de outubro de 2001;
- ✓ Resolução ANM nº 67, de 29 de abril de 2021 — Aprova a Meta Global e as Metas Intermediárias para o 3º Ciclo de Avaliação Institucional da ANM, no período de maio a dezembro de 2021;
- ✓ Resolução ANM nº 66, de 26 de abril de 2021 — Dispõe sobre a progressão e promoção e os procedimentos para avaliação de desempenho dos servidores ocupantes dos cargos de provimento efetivo da Agência Nacional de Mineração (ANM), conforme mencionado na Lei nº 11.046, de 27 de dezembro de 2004;
- ✓ Resolução ANM nº 65, de 09 de abril de 2021 — Institui o Fluxo para o tratamento de denúncias na Agência Nacional de Mineração (ANM);
- ✓ Resolução ANM nº 64, de 7 de abril de 2021 — Revoga dispositivos da Resolução nº 31, de 7 de maio de 2020, que delega competências da Diretoria Colegiada ao Superintendente de Pesquisa e Recursos Minerais, ao Superintendente de Produção Mineral e ao Superintendente de Regulação e Governança Regulatória, e dá outras providências;
- ✓ Resolução ANM nº 63, de 26 de março de 2021 — Institui a Política de Gestão de Riscos Corporativos da Agência Nacional de Mineração (ANM);
- ✓ Resolução ANM nº 62, de 10 de março de 2021 — Dá nova redação ao inciso III do *caput* do art. 5º, o § 1º do art. 10, o inciso I e o § 1º do art. 71 da Resolução nº 16, de 25 de setembro de 2019, permitindo o acesso ao Protocolo Digital da ANM para os tipos de conta verificada ou conta comprovada no GOV.BR, e define o conceito de assinatura eletrônica avançada e assinatura eletrônica qualificada;
- ✓ Resolução ANM nº 61, de 1º de março de 2021 — Regulamenta, no âmbito da Agência Nacional de Mineração (ANM), a implantação, execução e monitoramento do Programa de Gestão Orientada para Resultados (PGOR), em atendimento ao disposto na Instrução Normativa nº 65, de 30 de julho de 2020;

- ✓Resolução ANM nº 60, de 1º de março de 2021 — Altera o Art. 1º da Resolução nº 28, de 24 de março de 2020, que disciplina a suspensão de prazos materiais e processuais em virtude do estado de calamidade pública resultante da pandemia de covid-19;
- ✓Resolução ANM nº 58, de 11 de fevereiro de 2021 — Atualiza os valores dos Emolumentos, da Taxa Anual por Hectare (TAH), das Multas, das Vistorias e dos demais serviços prestados pela Agência Nacional de Mineração (ANM), fixados através da Resolução nº 23, de 30/01/2020, publicada no DOU de 03/02/2020, e os valores das multas do Art. 9º, I a IX e § 1º, da Lei nº 7.805/1989, e Art. 15, § 1º e Art. 17, § 1º, da Lei nº 11.685/2008;
- ✓Resolução ANM nº 57, de 28 de janeiro de 2021 — Aprova o Plano Diretor de Tecnologia da Informação e Comunicação da Agência Nacional de Mineração (PDTIC/ANM) referente ao biênio 2020-2022;
- ✓Resolução ANM nº 54, de 13 de janeiro de 2021 — Estabelece as regras e procedimentos específicos para a Política de Segurança da Informação e Comunicações (POSIC) da Agência Nacional de Mineração;
- ✓Resolução ANM nº 52, de 28 de dezembro de 2020 — Designar membros para compor a Comissão de Ética da Agência Nacional de Mineração;
- ✓Resolução ANM nº 50, de 24 de novembro de 2020 — Retifica os artigos 2º, 3º e 7º, assim como acrescenta o Art. 6º-A à Resolução nº 46, de 08 de setembro de 2020, publicada em 10 de setembro de 2020;
- ✓Resolução ANM nº 49, de 13 de novembro de 2020 — Altera os artigos 42 e 43 da Portaria nº 155, de 12 de maio de 2016;
- ✓Resolução ANM nº 48, de 22 de setembro de 2020 — Altera a Resolução nº 31, de 7 de maio de 2020, que delega competências da Diretoria Colegiada ao Superintendente de Pesquisa e Recursos Minerais, ao Superintendente de Produção Mineral e ao Superintendente de Regulação e Governança Regulatória, e dá outras providências;
- ✓Resolução ANM nº 47, de 18 de setembro de 2020 — Institui o Comitê de Governança Interna da Agência Nacional de Mineração;
- ✓Resolução ANM nº 46, de 8 de setembro de 2020 — Altera o Art. 1º da Resolução nº 28, de 24 de março de 2020, que estabelece os casos cujos prazos processuais e matérias serão suspensos, com a fixação de prazo inicial e final de suspensão, assim como outros procedimentos correlatos, e dá outras providências;
- ✓Resolução ANM nº 42, de 10 de agosto de 2020 — Institui o Plano de Integridade da Agência Nacional de Mineração;
- ✓Resolução ANM 37, de 4 de junho de 2020 — Altera os artigos do 102 ao 122 da Portaria nº 155/2016, que disciplinam a emissão da Guia de Utilização (GU);
- ✓Resolução ANM nº 36, de 1º de junho de 2020 — Altera os arts. 1º e 3º da Resolução nº 28, de 24 de março de 2020, que estabelece os casos cujos prazos processuais e matérias serão suspensos, com a fixação de prazo inicial e final de suspensão, bem como outros procedimentos correlatos;
- ✓Resolução ANM nº 35, de 25 de maio de 2020 — Restabelece, provisoriamente, o Plano Diretor de Tecnologia da Informação e Comunicação (PDTI) referente ao biênio 2017-2019;
- ✓Resolução ANM 34, de 14 de maio de 2020 — Altera o item 4.12 da Norma técnica nº

001/2009, aprovada pela Portaria DNPM nº 374, de 1º de outubro de 2009, e revoga as Portarias DNPM nº 389, de 19 de setembro de 2008, e nº 225, de 2 de junho de 2010;

- ✓Resolução ANM nº 33, de 12 de maio de 2020 — Altera o art. 246 da Portaria DNPM nº 155, de 12 de maio de 2016, que aprova a Consolidação Normativa do DNPM e revoga os atos normativos consolidados;
- ✓Resolução ANM nº 31, de 7 de maio de 2020 — Delega competências da Diretoria Colegiada ao Superintendente de Pesquisa e Recursos Minerais, ao Superintendente de Produção Mineral e ao Superintendente de Regulação e Governança Regulatória e dá outras providências;
- ✓Resolução ANM nº 29, de 17 de abril de 2020 — Altera a Resolução nº 28, de 24 de março de 2020, que estabelece os casos cujos prazos processuais e matérias serão suspensos, com a fixação de prazo inicial e final de suspensão, assim como outros procedimentos correlatos;
- ✓Resolução ANM nº 28, de 24 de março de 2020 — Estabelece os casos cujos prazos processuais e matérias serão suspensos, com a fixação de prazo inicial e final de suspensão, bem como outros procedimentos correlatos;
- ✓Resolução ANM nº 25, de 11 de fevereiro de 2020 — Altera a Resolução n° 6, de 02 de abril de 2019, da Agência Nacional de Mineração;
- ✓Resolução ANM nº 24, de 3 de fevereiro de 2020 — Regulamenta o procedimento de disponibilidade discutidos nos artigos 26, 32 e 65, §1º, do Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, e o art. 2º, inciso VII, da Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017;
- ✓Resolução ANM nº 23, de 30 de janeiro de 2020 — Atualiza os valores dos Emolumentos, da Taxa Anual por Hectare (TAH), das Multas, das Vistorias e dos Demais serviços prestados pela Agência Nacional de Mineração (ANM), fixados através das Resoluções nºs 3, de 30/01/2019, e 7, de 11/04/2019, publicadas no DOU de 31/01/2019 e 12/04/2019, respectivamente;
- ✓Resolução ANM nº 22, de 30 de janeiro de 2020 — Regulamenta o disposto nos arts. 11 e 18 do Decreto nº 10.178, de 18 de dezembro de 2019, para fixar o prazo para aprovação tácita dos atos públicos de liberação das atividades econômicas sob competência da Agência Nacional de Mineração (ANM);
- ✓Resolução ANM nº 21, de 3 de janeiro de 2020 — Altera o Regimento Interno da Agência Nacional de Mineração, aprovado pela Resolução nº 2, de 12 de dezembro de 2018. Revogada pela Resolução 102/2022/DC/ANM/MME;
- ✓ Resolução ANM nº 18, de 30 de outubro de 2019 — Amplia a prorrogação de prazo de transição em função da implantação do protocolo digital e dá outras providências;
- ✓Resolução ANM nº 16, de 25 de setembro de 2019 — Institui e regulamenta o protocolo digital, o módulo de peticionamento eletrônico do SEI (Sistema Eletrônico de Informações), o SEI e define normas, rotinas e procedimentos de instrução do processo eletrônico;
- ✓Resolução ANM nº 12, de 15 de julho de 2019 — Autoriza a prorrogação do prazo de permanência do Titular da Unidade Auditoria Interna da ANM por mais 365 dias;
- ✓Resolução ANM nº 7, de 11 de abril de 2019 — Define, nos termos do Artigo 70, o valor das multas previstas nos incisos V, IX, X, XI, XII, XII, XVI, XVIII e XIX do Artigo 34 do Decreto nº 9.406/2018, que regulamenta o Código de Mineração. Revogada pela Resolução 122/2022/ANM/MME;

✓Resolução ANM nº 6, de 2 de abril de 2019 — Disciplina o disposto no Decreto nº 9.407, de 12 de junho de 2018;

✓ Resolução ANM nº 1, de 25 de janeiro de 2019 — Altera a Consolidação Normativa do DNPM, aprovada pela Portaria nº 155, de 12 de maio de 2016, e dá outras providências;

✓Resolução ANM nº 1, de 10 de dezembro de 2018 — Disciplina o registro de extração, previsto no inciso I do parágrafo único do art. 13 do Decreto nº 9.406, de 12 de junho de 2018.

- PORTARIAS

- Portaria ANM nº 1.395, de 25 de maio de 2023 — Institui a Comissão de Edital de Disponibilidade (CED), a qual tem a finalidade de coordenar e executar as ações necessárias para a realização da 8ª Rodada de Disponibilidade de Áreas, a partir desta data, de acordo com as diretrizes, critérios aprovados pela Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Mineração (ANM) e instrumentalizadas no Edital nº 1/2023;
- Portaria ANM nº 1224, de 18 de janeiro de 2023 — Dispõe sobre vistas e cópias de processos minerários de áreas ofertadas em editais de disponibilidade após a Resolução ANM n.º 24/2020;
- Portaria ANM nº 1.056, de 30 de junho de 2022 — Subdelega competências do Superintendente de Outorga de Títulos Minerários da Agência Nacional de Mineração aos Gerentes das Unidades Administrativas Regionais e dá outras providências;
- Portaria ANM nº 1.125, de 8 de setembro de 2022 — Publica a listagem dos atos normativos inferiores a decreto vigentes em 1º de agosto de 2022 e revoga a Portaria ANM nº 751, de 10 de março de 2021, e a Portaria ANM nº 986, de 13 de abril de 2022;
- Portaria ANM nº 790, de 16 de junho de 2021 — Estabelece as diretrizes e os procedimentos a serem observados pelos entes signatários na fiscalização da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), nos Acordos de Cooperação Técnica firmados entre a Agência Nacional de Mineração (ANM) e estados, Distrito Federal e municípios, nos termos previstos na Resolução ANM Nº 71, de 14 de maio de 2021;
- Portaria nº 138, de 27 de agosto de 2019 — Portaria SGM/MME/138/2019 - Institui o Comitê Técnico de Segurança de Barragens de Rejeitos de Mineração (CTBMin), de caráter permanente, com a finalidade de supervisionar as ações relativas à estabilidade e segurança de barragens de rejeitos de mineração, em consonância com a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) instituída pela Lei nº 12.334/2010 e de outras regulamentações normativas afins;
- Portaria nº 136, de 26 de agosto de 2019 — Portaria SGM/MME/136/2019 — Institui grupo de trabalho para propor alternativas à agilização dos processos de autorização de pesquisa e de concessão de lavra minerária no âmbito da Agência Nacional de Mineração;
- Portaria nº 108, de 11 de julho de 2019 — Portaria SGM/MME/108/2019 — Institui grupo de trabalho para discussão do regime de exploração mineral de lavra garimpeira;
- Portaria nº 37, de 8 de fevereiro de 2019 — Portaria SGM/MME 37/2019 — Determina instauração de procedimento de investigação e responsabilização administrativa para

apuração do modo como vêm sendo procedidos o controle e a fiscalização de segurança quanto ao risco de estabilidade das barragens sujeitas ao campo de sua competência;

- Portaria nº 36, de 8 de fevereiro de 2019 — Portaria SGM/MME 36/2019 – Define que a Agência Nacional de Mineração informe, a esta Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, os nomes de dois dirigentes de titulares de direitos minerários, com os respectivos cargos e telefones, para contato urgente em caso de necessidade imediata relativa à segurança do empreendimento, para fins de proteção às pessoas e ao meio ambiente;
- Portaria sei nº 819, de 3 de dezembro de 2018 — Estabelece instruções sobre análises oficiais de fontes de água mineral, termal, gasosa, potável de mesa ou destinada a fins balneários;
- Portaria nº 261, de 29 de março de 2018 — Dispõe sobre a unidade de medida padrão para os produtos minerais tratada pelo art. 1º da Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978;
- Portaria nº 239, de 23 de março de 2018 — Dispõe sobre o § 10 do art. 2º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, e sobre o Decreto nº 9.252, de 28 de dezembro de 2017;
- Portaria nº 72, de 31 de janeiro de 2018 — Prorroga por mais dez anos o prazo de suspensão de outorga de alvarás de pesquisa no Aquífero de Caldas Novas e Rio Quente, no estado de Goiás;
- Portaria nº 70.577, de 20 de julho de 2017 — Detalha sobre o pedido de parcelamento de dívida de débitos não tributários com o Departamento Nacional de Produção Mineral, definitivamente constituídos ou não, vencidos até 31 de março de 2017, não inscritos em dívida ativa, de pessoas físicas ou jurídicas, inclusive aqueles objetos de parcelamentos anteriores rescindidos ou ativos, em discussão administrativa ou judicial;
- Portaria nº 70.507, de 23 de junho de 2017 — Instruções técnicas para apresentação de Novo Plano de Aproveitamento Econômico (PAE);
- Portaria SEI nº 70348, de 03 de maio de 2017 — Institui os procedimentos de protocolização e tramitação eletrônica no Cadastro Nacional do Comércio de Diamantes Brutos (CNCD), para requerimento de emissão do Certificado do Processo Kimberley (CPK) para exportação e anuência na importação de diamantes brutos;
- Portaria nº246, de 1º de setembro de 2016 — Portaria DNPM/MME 246/2016 — Instituir o Conselho de Secretários de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, presidido pelo atual secretário e composto por aqueles que exerceram a função, ainda que interinamente;
- Portaria nº 155, de 12 de maio de 2016 — Portaria DNPM/MME 155/2016 — Aprova a consolidação normativa do DNPM e revoga os atos normativos consolidados;
- Portaria n° 521, de 5 de dezembro de 2014 — Instituir Guia de Recolhimento da União (GRU) específica para a consecução de conversões em renda relacionadas à receita denominada Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), a qual foi estabelecida pela Constituição Federal de 1988, em seu art. 20, § 1º;
- Portaria nº 361, de 10 de setembro de 2014 — Disciplina os documentos comprobatórios e modelos de recibo e do cadastro a que se referem, respectivamente, os incisos I e II do *caput* e o § 1º do art. 39 da Lei n° 12.844, de 19 de julho de 2013;
- Portaria nº 7, de 15 janeiro de 2014 — Portaria DNPM/MME 7/2014 — Aprovar o Regulamento da Auditoria Interna do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM);

- Portaria nº 519, de 28 de novembro de 2013 — Institui a Declaração de Investimento em Pesquisa Mineral (DIPEM);
- Portaria nº 127, de 25 de março de 2011 — Aprova o Roteiro Técnico para elaboração do Projeto de Caracterização Crenoterápica de que fala o item 5.4.4 da Norma Técnica nº 001/2009, aprovada pela Portaria nº 374, de 1º de outubro de 2009;
- Portaria nº 254, de 30 de junho de 2010 — Estabelece regras de transição para aplicação do item 4.5.7 da Norma Técnica nº 001/2009, aprovada pela Portaria nº 374, de 1º de outubro de 2009;
- Portaria nº 391, de 22 de outubro de 2009 — Fica bloqueada para novos requerimentos de direito minerário que objetivem o aproveitamento de água mineral ou potável de mesa a área de 29.575,45 hectares, que engloba o perímetro do Polo Petroquímico de Camaçari no estado da Bahia;
- Portaria nº 374, de 1º de outubro de 2009 — Aprova a Norma Técnica que dispõe sobre as especificações técnicas para o aproveitamento de água mineral, termal, gasosa, potável de mesa, destinadas ao envase, ou como ingrediente para o preparo de bebidas em geral ou ainda destinada para fins balneários, em todo o território nacional, revoga a Portaria nº 222, de 28 de julho de 1997, publicada no D.O.U., de 08 de agosto de 1997, e dá outras providências;
- Portaria nº 160, de 26 de maio de 2009 — Estabelece procedimentos para desfazimento dos bens minerais apreendidos e os respectivos equipamentos;
- Portaria nº 47, de 19 de fevereiro de 2009 — Portaria DNPM/MME 47/2009 — Institui, no âmbito do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), a "Medalha do Mérito Mineral" e regulamenta a sua concessão;
- Portaria nº 571, de 19 de dezembro de 2008 — Portaria DNPM/MME 19/2008 — Dispõe sobre o Regimento Interno da Comissão de Ética Setorial do DNPM.
- Portaria nº 425, de 22 de outubro de 2008 — Dispõe sobre a apresentação, ao DNPM, de mapas estatísticos de produção e comercialização de metais não ferrosos pelos titulares e arrendatários de direito minerário;
- Portaria nº 388, de 19 de setembro de 2008 — Disciplina a utilização das águas minerais e potáveis de mesa regidas pelo Código de Águas Minerais (Decreto-Lei nº 7.841 de 08 de agosto de 1945) como ingrediente no preparo de bebidas em geral;
- Portaria nº 387, de 19 de setembro de 2008 — Disciplina o uso das embalagens plástico garrafão retornável, destinadas ao envasamento e comercialização de água mineral e potável de mesa e dá outras providências;
- Portaria nº 15, de 7 de janeiro de 2008 — Estabelece que os requerentes e titulares de direitos minerários pessoas jurídicas deverão ser identificados no DNPM por meio do número de inscrição no Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ) do estabelecimento matriz e altera a Portaria DNPM nº 199, de 14 de julho de 2006;
- Portaria nº 10, de 10 de janeiro de 2007 — Fica bloqueada a novos requerimentos de direitos minerários a área destinada a estudo de viabilidade de criação de área de garimpagem no município de Novo Aripuanã (AM);
- Portaria nº 311, de 30 de novembro de 2005 — Aprova o modelo da Guia de Recolhimento da União para pagamento da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), regula sua disponibilização e dá outras providências;

- Portaria nº 439, de 21 de novembro de 2003 — Disciplina e uniformizar os procedimentos a serem observados na fiscalização da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM);
- Portaria conjunta nº 397, de 13 de outubro de 2003 — A exportação e a importação de diamantes brutos somente poderá ser efetivada após a prévia anuência do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM);
- Portaria nº 237, de 18 de outubro de 2001 — Aprova as Normas Reguladoras de Mineração (NRM), apresentadas pelo Art. 97 do Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967;
- Portaria nº 237, de 16 de agosto de 1999 — Delimita, para fins de aproveitamento mineral pelo Regime de Permissão de Lavra Garimpeira, a área de aproximadamente 6.575 km² situada nos Municípios de Colider, Guarantã do Norte, Marcelândia, Peixoto de Azevedo e Terra Nova do Norte, no estado de Mato Grosso;
- Portaria nº 175, de 02 de julho de 1999 — Ficam aprovadas as Fichas de Registro de Apuração de CFEM. Dispõe sobre o valor a ser recolhido a título de Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) no regime de Permissão de Lavra Garimpeira;
- Portaria nº 158, de 15 de junho de 1999 — Disciplina e uniformiza os procedimentos a serem observados na fiscalização da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM);
- Portaria nº 157, de 15 de junho de 1999 — Pelo pagamento indevido ou a maior da compensação financeira, tal como disposto no art. 6° da Lei n° 7.990/89, o agente passivo poderá efetuar a compensação desse valor nos recolhimentos seguintes, mediante prévia autorização do Chefe do Distrito/DNPM competente conforme a localização da área titulada;
- Portaria nº 52, de 19 de fevereiro de 1999 — Suspender a outorga de novos alvarás de pesquisa destinados ao aproveitamento de água mineral e/ou termal do Aquífero Termal de Caldas Novas e Rio Quente para uso em balneoterapia nos municípios de Caldas Novas e Rio Quente em área delimitada;
- Portaria nº 231, de 31 de julho de 1998 — Regulamenta, quanto ao capítulo III, artigos 12 a 18, do Código de Águas Minerais, as ações e procedimentos necessários à definição de áreas de proteção das fontes, balneários e estâncias de águas minerais e potáveis de mesa em todo o território nacional, objetivando sua preservação, conservação e racionalização de uso;
- Portaria nº 41, de 26 de fevereiro de 1998 — Dispõe sobre exigências para empresas importadoras de asbesto/amianto, da variedade crisotila;
- Portaria nº 159, de 1º de abril de 1996 — Estabelece instruções sobre requerimento para importação e comercialização de água mineral;
- Instrução Normativa SEI nº 6, de 25 de fevereiro de 2019 — Regulamenta o dimensionamento padrão das áreas e os arranjos físicos dos ambientes das unidades da Agência Nacional de Mineração (ANM).

No ano de 2001, foi publicada uma série de normativas para regulamentar a aplicação do Código de Mineração (Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967) e da legislação correlativa, denominada de Normas Reguladoras da Mineração (NRMs), que visava à

otimização dos meios e instrumentos para elaboração e análise de projetos com o fito de outorga de títulos minerários à fiscalização, junto a outras atribuições institucionais do então DNPM.

As NRMs trouxeram detalhamento de atos para aperfeiçoar os serviços técnicos na mineração e o aporte de novas tecnologias, detalhando e estabelecendo ações integradas com outras instituições que atuam na atividade mineral. As NRMs visam ao interesse social no aproveitamento racional dos bens minerais, à minimização dos impactos ambientais decorrentes da atividade minerária, bem como à melhoria das condições de saúde e segurança no trabalho. Tudo isso está disposto na Portaria nº 237, de 18 de outubro de 2001, que aprova as Normas Reguladoras de Mineração (NRMs), debatidas no Art. 97 do Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967.

As NRMs estão dispostas no sítio eletrônico da ANM e estão a seguir indicadas. Trata-se de normativas ainda aplicadas pelo detalhamento de ações diversas e, por isso, são importantes para a atuação e para os interessados no setor mineral, em conjunto com as demais normativas.

- Norma Reguladora de Mineração DNPM/MME 1/2001 - NRM-01 - Normas Gerais;
- Norma Reguladora de Mineração DNPM/MME 2/2001 - NRM-02 - Lavra a Céu Aberto;
- Norma Reguladora de Mineração DNPM/MME 3/2001 - NRM-03 - Lavras Especiais;
- Norma Reguladora de Mineração DNPM/MME 4/2001 - NRM-04 - Aberturas Subterrâneas *(Redação dada pela* Portaria 36/2015/DNPM/MME;
- Norma Reguladora de Mineração DNPM/MME 5/2001 - NRM-05 - Sistemas de Suporte e Tratamentos;
- Norma Reguladora de Mineração DNPM/MME 6/2001 - NRM-06 - Ventilação *(Redação dada pela Portaria 36/2015/DNPM/MME)*;
- Norma Reguladora de Mineração DNPM/MME 7/2001 - NRM-07 - Vias e Saídas de Emergência;
- Norma Reguladora de Mineração DNPM/MME 8/2001 - NRM-08 - Prevenção contra Incêndios, Explosões, Gases e Inundações;
- Norma Reguladora de Mineração DNPM/MME 9/2001 - NRM-09 - Prevenção contra Poeiras;
- Norma Reguladora de Mineração DNPM/MME 10/2001 - NRM-10 - Sistemas de Comunicação;
- Norma Reguladora de Mineração DNPM/MME 11/2001 - NRM-11 - Iluminação;
- Norma Reguladora de Mineração DNPM/MME 12/2001 - NRM-12 - Sinalização de Áreas de Trabalho e de Circulação;
- Norma Reguladora de Mineração DNPM/MME 13/2001 - NRM-13 - Circulação e Transporte de Pessoas e Materiais;
- Norma Reguladora de Mineração DNPM/MME 14/2001 - NRM-14 - Máquinas, Equipamentos e Ferramentas;

- Norma Reguladora de Mineração DNPM/MME 15/2001 - NRM-15 - Instalações;
- Norma Reguladora de Mineração DNPM/MME 16/2001 - NRM-16 - Operações com Explosivos e Acessórios;
- Norma Reguladora de Mineração DNPM/MME 17/2001 - NRM-17 - Topografia de Minas;
- Norma Reguladora de Mineração DNPM/MME 18/2001 - NRM-18 - Beneficiamento;
- Norma Reguladora de Mineração DNPM/MME 19/2001 - NRM-19 - Disposição de Estéril, Rejeitos e Produtos;
- Norma Reguladora de Mineração DNPM/MME 20/2001 - NRM-20 - Suspensão, Fechamento de Mina e Retomada das Operações Mineiras;
- Norma Reguladora de Mineração DNPM/MME 21/2001 - NRM-21 - Reabilitação de Áreas Pesquisadas, Mineradas e Impactadas;
- Norma Reguladora de Mineração DNPM/MME 22/2001 - NRM-22 - Proteção ao Trabalhador.

Para além das Normas Reguladoras de Mineração (NRMs), a Agência Nacional de Mineração disponibiliza todo o estoque regulatório em Atos Normativos (ANMs) vigentes, com fácil acesso em seu sítio eletrônico.

Percebe-se uma diversidade de normatizações, para além das leis do setor, sendo várias ações detalhadas e orientadas por resoluções normativas, instruções normativas, portarias, NRMs, orientações normativas e até pareceres jurídicos com força normativa, além de circulares, ordens de serviços, dentre outros atos administrativos.

A maior transparência da ANM muito auxilia na busca de informações e na melhor atuação dos interessados no setor minerário. No entanto, não retira a necessidade de acompanhamento por profissionais qualificados e que entendam a conjunção de todo o complexo normativo ligado ao setor e em obediência sistêmica com o ordenamento jurídico brasileiro.

Listam-se a seguir os pareceres jurídicos da Advocacia Geral da União (AGU), da Procuradoria Federal setorizada, especializada junto à ANM, que orientam casos assemelhados e que, provavelmente por isso, são intitulados como “Pareceres Jurídicos com força normativa”:

- Parecer nº 208/2020 — ASSUNTO: Mineração, Requerimento de Autorização de Pesquisa. Sobreposição com área urbana. Assentimento da Prefeitura Municipal;
- Parecer 75/2018 — ASSUNTO: Consulta sobre os efeitos jurídicos da perda de eficácia da Medida Provisória nº 790/2017;
- Parecer 246/2017 — ASSUNTO: Reaproveitamento de Rejeitos de Mineração Depositados fora da Poligonal do Título de Lavra;
- Parecer 268/2016 — ASSUNTO: Recursos contra decisões que negam aprovação ao RFP e julgam propostas em procedimentos de disponibilidade;

- Parecer 228/2016 — ASSUNTO: Consolidação de entendimentos sobre decadência e prescrição da TAH e CFEM;
- Parecer 142/2016 — ASSUNTO: Consulta acerca da incidência de sanção por não apresentação do Relatório Final de Pesquisa (RFP) em caso de impossibilidade de acesso à área;
- Parecer nº 469/2015 — ASSUNTO: Recomendação expedida pelo Ministério Público Federal sobre requerimentos e direitos minerários em terras indígenas;
- Parecer 232/2012 — ASSUNTO: Regime jurídico dos rejeitos e de outros materiais descartados durante o processo de lavra mineral; Brasília, 21 de maio de 2012.
- Parecer 46/2012 — ASSUNTO: Regime jurídico dos rejeitos e de outros materiais descartados durante o processo de lavra mineral; Brasília, 2 de março de 2012.
- Parecer 38/2012 — ASSUNTO: Contagem dos prazos previstos na legislação minerária em vigor;
- Parecer 126/2011 — ASSUNTO: Consulta a respeito da possibilidade de outorga de títulos a associações;
- Parecer 525/2010 — ASSUNTO: Mineração em unidades de conservação;
- Parecer 461/2010 — ASSUNTO: Consulta sobre a possibilidade de recebimento, por parte de ente público, de participação nos resultados da lavra;
- Parecer 457/2010 — ASSUNTO: Consulta sobre os procedimentos legais para a outorga de títulos minerários em regiões ocupadas por comunidades quilombolas;
- Parecer 456/2010 — ASSUNTO: Consulta sobre os procedimentos legais para a outorga de títulos minerários em áreas tombadas;
- Parecer 3/2010 — ASSUNTO: Processo de Cobrança, Constituição, Decadência e Prescrição dos Créditos do DNPM;
- Parecer 107/2010 — ASSUNTO: Atribuições do DNPM em matéria de fósseis e sítios de valor paleontológico encontrados em território brasileiro;
- Parecer 500/2009 — ASSUNTO: Exigências legais ambientais - outorga de títulos minerários e realização de atividades de mineração nas unidades de conservação e zonas de amortecimento;
- Parecer 126/2009 — ASSUNTO: Consulta sobre a necessidade de assentimento prévio do Conselho de Defesa Nacional (CDN) para pesquisa e lavra de recursos minerais de imediata aplicação na construção civil;
- Parecer 500/2008 — ASSUNTO: Conflito entre atividades de exploração de recursos minerais e de geração e transmissão de energia elétrica;
- Parecer 297/2008 — ASSUNTO: Consulta sobre averbação de cessão de requerimentos de direitos minerários solicitada antes da entrada em vigor da Portaria DNPM nº 199/2006;
- Parecer 173/2008 — ASSUNTO: Início da contagem dos prazos administrativos;
- Parecer 564/2007 — ASSUNTO/ESPÉCIE: TAH e CFEM. Preço Público. Decadência/Prescrição. Ação Punitiva do Estado. Multa. Prazo Prescricional;
- Parecer 309/2016 — ASSUNTO: Requerimentos minerários sem assinatura;

- Parecer 145/2006 — ASSUNTO: Conflito entre a atividade de aproveitamento mineral e a preservação do meio ambiente buscada pela criação de áreas de unidade de conservação.

1.1.2 Legislação da CFEM

A Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) está descrita no art. 20, parágrafo 1º, da Constituição de 1988:

> [...] Art. 20. São bens da União:
> [...]
> IX - os recursos minerais, inclusive os do subsolo;
> [...]
> § 1º É **assegurada, nos termos da lei, à União, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios a participação no resultado da exploração** de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica e **de outros recursos minerais no respectivo território**, plataforma continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva, ou **compensação financeira por essa exploração**. (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 102, de 2019) (Produção de efeito) (Brasil, 1988, art. 20).

A propriedade do produto da lavra é do minerador, detentor do título minerário, desde que realize pagamento pela exploração dos recursos minerais (bens da União), sendo devido o pagamento da denominada Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM).

A regulação, arrecadação, fiscalização, cobrança e distribuição da CFEM é de competência privativa da União, por intermédio da Agência Nacional de Mineração (ANM), nos termos do art. 2ª-F da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990.

Por força da possibilidade constitucional de cooperação entre os entes federativos, a ANM regulamentou o auxílio na fiscalização referente ao recolhimento da CFEM, com assinatura de Acordo de Cooperação Técnica com os Estados, Distrito Federal e Municípios, na forma estabelecida na Portaria ANM nº 790, de 16 de junho de 2021.

Com alterações da lei que dispõe sobre a CFEM, a Lei nº 13.540, de 18 de dezembro de 2017, e os incisos do art. 6º da Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, estipula que a exploração de recursos minerais ensejam o recolhimento da Compensação Financeira para Exploração Mineral (CFEM), conforme previsão do §1º, art. 20, da Constituição Federal de 1988 ocorrerá quando:

> Art. 6º [...]
> I - da primeira saída por venda de bem mineral;
> II - do ato de arrematação, nos casos de bem mineral adquirido em hasta pública;
> III - do ato da primeira aquisição de bem mineral extraído sob o regime de permissão de lavra garimpeira; e
> IV - do consumo de bem mineral" (Brasil, 1988, art. 6º).

A CFEM é uma contraprestação, não sendo taxa nem imposto, e possui natureza jurídica muito

questionada, tendo sido a matéria colocada em discussão no Supremo Tribunal Federal. Este manteve o entendimento de que a CFEM constitui uma **receita originária** da União e repassada aos estados e municípios, sendo "receita transferida não tributária de cunho originário emanada da exploração econômica do patrimônio público, afastada sua caracterização seja como tributo, seja como indenização", conforme a ADI 4846, Órgão julgador: Tribunal Pleno; Relator: Min. Edson Fachin. Julgamento: 09/10/2019, com publicação em 18/02/2020.

Essa receita transferida da União aos municípios, relativa à CFEM, deve ser aplicada em projetos que, direta ou indiretamente, se revertam em prol da comunidade local na forma de melhoria da infraestrutura, da qualidade ambiental, da saúde e da educação. Importa ressaltar que é vedada a utilização desses recursos para o pagamento de dívidas ou do quadro permanente de pessoal, nos termos dos art. 14, § 2º, c/c art. 26, ambos do Decreto Federal n. 01/1991.

O teor e as considerações indicadas na Instrução Normativa nº 6, de 9 de junho de 2000, são relevantes para a compreensão da natureza jurídica e destinação da Compensação pela Exploração Mineral (CFEM). A IN considera:

- que a CFEM é preço público devido por todas as empresas que realizam o aproveitamento de uma jazida mineral, bem da União, garantida àquelas a propriedade do produto da lavra;
- que o desenvolvimento sustentável impõe critérios de avaliação do setor mineral que transcendem a mera contabilidade econômica dos fluxos de oferta e demanda de bens minerais, especialmente no tocante à geração de benefícios permanentes ou de longo prazo, que atendam, inclusive, à responsabilidade pelo bem-estar das gerações futuras;
- que o caráter finito das reservas minerais e a inexorável exaustão decorrente de seu aproveitamento apontam para necessidade de usar parte da CFEM gerada, no suporte ao desenvolvimento de outras atividades econômicas;
- que esse reinvestimento é mais premente nos municípios onde se situam as minas, pois eles, em algum momento, arcarão com as consequências do fim da atividade;
- que o padrão de consumo e de bem-estar exigido pela sociedade moderna impõe o aproveitamento dos recursos minerais, que esse aproveitamento tem um custo, que a CFEM é parte desse custo e deve ser internalizada pela sociedade; e
- a necessidade de disciplinar e uniformizar os procedimentos a serem observados na fiscalização da CFEM.

A legislação sobre a CFEM foi alterada pela Medida Provisória nº 789, de 25 de julho de 2017,

convertida na Lei nº 13.540, de 18 de dezembro de 2017, que alterou as Leis nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, e 8.001, de 13 de março de 1990, atualizando a regulamentação sobre a CFEM. Assim, alterou-se a base de cálculo para a sua cobrança, as alíquotas e a repartição da receita.

As alíquotas para fins de incidência da compensação financeira pela exploração de recursos minerais (CFEM) são estipuladas a depender da substância mineral e estão dispostas no Anexo da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990 , sendo de 1% (um por cento) para "rochas, areias, cascalhos, saibros e demais substâncias minerais quando destinadas ao uso imediato na construção civil;" bem como também para "rochas ornamentais; águas minerais e termais; 1,5% (um inteiro e cinco décimos por cento) para ouro"; 2% (dois por cento) para "diamante e demais substâncias minerais"; 3% (três por cento) para "bauxita, manganês, nióbio e sal-gema"; e 3,5% (três inteiros e cinco décimos por cento) para "ferro".

Essas alíquotas seguem o disposto no art. 2º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990:

> Art. 2º As alíquotas da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) serão aquelas constantes do Anexo desta Lei, observado o limite de 4% (quatro por cento), e incidirão: (Redação dada pela Lei nº 13 540, de 2017)
> I - na venda, sobre a receita bruta da venda, deduzidos os tributos incidentes sobre sua comercialização;
> II - no consumo, sobre a receita bruta calculada, considerado o preço corrente do bem mineral, ou de seu similar, no mercado local, regional, nacional ou internacional, conforme o caso, ou o valor de referência, definido a partir do valor do produto final obtido após a conclusão do respectivo processo de beneficiamento;
> III - nas exportações, sobre a receita calculada, considerada como base de cálculo, no mínimo, o preço parâmetro definido pela Secretaria da Receita Federal do Brasil do Ministério da Fazenda, com fundamento no art. 19-A da Lei nº 9.430, de 27 de dezembro de 1996, e na legislação complementar, ou, na hipótese de inexistência do preço parâmetro, será considerado o valor de referência, observado o disposto nos §§ 10 e 14 deste artigo;
> IV - na hipótese de bem mineral adquirido em hasta pública, sobre o valor de arrematação; ou
> V - na hipótese de extração sob o regime de permissão de lavra garimpeira, sobre o valor da primeira aquisição do bem mineral (Brasil, 1990, art. 2º).

Anteriormente, da receita bruta recolhida de CFEM, eram transferidos 65% (sessenta e cinco por cento) aos municípios extratores de recursos minerais. A legislação atual alterou os percentuais de destruição da compensação financeira, que agora é realizada da seguinte forma, conforme previsão do parágrafo 2º, do art. 2º, da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, com redação dada pela Lei nº 14.514, de 2022:

a) **10% (dez por cento) para a União**, sendo:

- 7% (sete por cento) para a entidade reguladora do setor de mineração;
- 1% (um por cento) para o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e

Tecnológico (FNDCT), instituído pelo Decreto-Lei nº 719, de 31 de julho de 1969, e restabelecido pela Lei nº 8.172, de 18 de janeiro de 1991, destinado ao desenvolvimento científico e tecnológico do setor mineral;

- 1,8% (um inteiro e oito décimos por cento) para o Centro de Tecnologia Mineral (Cetem), vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, criado pela Lei nº 7.677, de 21 de outubro de 1988, para a realização de pesquisas, estudos e projetos de tratamento, beneficiamento e industrialização de bens minerais;
- 0,2% (dois décimos por cento) para o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), para atividades de proteção ambiental em regiões impactadas pela mineração;

b) **15% (quinze por cento) para o Distrito Federal e os estados onde ocorrer a produção**;

c) **60% (sessenta por cento) para o Distrito Federal e os municípios onde ocorrer a produção**;

d) **15% (quinze por cento) para o Distrito Federal e os municípios, quando a produção ocorrer em seus territórios, mas essa parcela for superior ao que for distribuído referente à parcela referida no item "c" ou quando afetados pela atividade de mineração e a produção não ocorrer em seus territórios, caso seus territórios sejam**:

- cortados pelas infraestruturas utilizadas para o transporte ferroviário ou dutoviário de substâncias minerais;
- afetados pelas operações portuárias e de embarque e desembarque de substâncias minerais;
- onde se localizem as pilhas de estéril, as barragens de rejeitos e as instalações de beneficiamento de substâncias minerais, bem como as demais instalações previstas no plano de aproveitamento econômico.

O parágrafo 3º do art. 2º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, alterada pela Lei nº 14.514, de 2022, indicou ainda que, na falta das hipóteses dos municípios afetados, descritos no item "d" acima, um decreto do Presidente da República estabelecerá a distribuição das parcelas para os municípios limítrofes com o Distrito Federal ou com os municípios onde ocorrer a produção; ou no Distrito Federal e nos estados onde ocorrer a produção.

A CFEM, também conhecida como *royalties* da mineração, influencia as contas públicas de todos os entes da administração pública. Igualmente, ela pode ser um mecanismo indutor de desenvolvimento local, se gera receitas suficientes para a promoção de políticas públicas de desenvolvimento social e sustentável, sendo primordial a eficiente gestão, controle e regulação

das atividades minerárias (Neves, 2022).

A utilização adequada dos recursos financeiros, advindos da exploração mineral, pode auxiliar os municípios a saírem da situação de vulnerabilidade, existente quando os municípios possuem alto grau de ‘dependência' em relação à atividade minerária, medido pela participação das rendas provenientes da mineração no total da receita do município, conforme percepção de Maria Amélia Rodrigues da Silva Enríquez. Os municípios altamente dependentes ficam vulneráveis quando da iminência de esgotamento de fontes diretas e indiretas de receitas oriundas da exploração mineral ocasionada pela proximidade do fechamento ou esgotamento da mina (Enríquez, 2007, p. 347).

As receitas, como a CFEM, deveriam ser empregadas na diminuição das externalidades negativas que advêm da própria mineração e na promoção de políticas públicas, sendo ainda difícil encontrarmos indicadores claros da ocorrência desses fatos (Neves, 2022).

Em relação à Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM), listamos as normatizações em referência:

- Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990 — Define os percentuais da distribuição da compensação financeira que discute a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, e dá outras providências;
- Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989 — Institui, para estados, Distrito Federal e municípios, compensação financeira pelo resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica, de recursos minerais em seus respectivos territórios, plataformas continentais, mar territorial ou zona econômica exclusiva, e dá outras providências. (Art. 21, XIX da CF);
- Lei nº 13.540, de 18 de dezembro de 2017 — Altera as Leis nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, e 8.001, de 13 de março de 1990, para dispor sobre a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM);
- Lei nº 14.514, de 29 de dezembro de 2022 — Dispõe sobre a empresa Indústrias Nucleares do Brasil S.A. (INB), sobre a pesquisa, a lavra e a comercialização de minérios nucleares, de seus concentrados e derivados, de materiais nucleares e sobre a atividade de mineração; altera as Leis nº: 4.118, de 27 de agosto de 1962; 8.001, de 13 de março de 1990; 9.991, de 24 de julho de 2000; 10.438, de 26 de abril de 2002; 13.575, de 26 de dezembro de 2017; 13.848, de 25 de junho de 2019; e 14.222, de 15 de outubro de 2021; e o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração); e revoga a Lei nº 5.740, de 1º de dezembro de 1971, e dispositivos das Leis nº: 4.118, de 27 de agosto de 1962; 6.189, de 16 de dezembro de 1974; 7.781, de 27 de junho de 1989; 13.575, de 26 de dezembro de 2017; 14.222, de 15 de outubro de 2021; e do Decreto-Lei nº 1.038, de 21 de outubro de 1969;
- Portaria ANM nº 1.125, de 8 de setembro de 2022 — Publica a listagem dos atos normativos inferiores a decreto vigentes em 1º de agosto de 2022 e revoga a Portaria ANM nº 751, de 10 de março de 2021, e a Portaria ANM nº 986, de 13 de abril de 2022;
- Portaria ANM nº 790, de 16 de junho de 2021 — Estabelece as diretrizes e os procedimentos a serem observados pelos entes signatários na fiscalização da

Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), nos Acordos de Cooperação Técnica firmados entre a Agência Nacional de Mineração (ANM) e estados, Distrito Federal e municípios, nos termos previstos na Resolução ANM Nº 71, de 14 de maio de 2021;

- Decreto nº 1, de 11 de janeiro de 1991 — Regulamenta o pagamento da compensação financeira instituída pela Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, e dá outras providências;
- Instrução Normativa nº 6, de 9 de junho de 2000 — Dispõe sobre as parcelas dedutíveis para a obtenção do faturamento líquido sobre as operações de venda do produto mineral;
- Resolução ANM nº 122, de 28 de novembro de 2022 — Dispõe sobre os procedimentos para apuração de infrações, sanções e valores das multas aplicáveis em decorrência do não cumprimento das obrigações previstas na legislação do setor mineral;
- Resolução ANM nº 136, de 31 de maio de 2023 — Altera a Resolução ANM nº 122/2022, que dispõe sobre os procedimentos para apuração de infrações, sanções e valores das multas aplicáveis em decorrência do não cumprimento das obrigações previstas na legislação do setor mineral.

1.1.3 Legislação tributária

O Código Tributário Nacional (CTN), Lei nº 5.172, de 25 de outubro de 1966, auxilia-nos na compreensão sobre normas gerais de direito tributário no Brasil, sobre quais são os conceitos fundamentais e princípios aplicáveis à tributação e, por fim, sobre como ocorrem a sua incidência, base de cálculo, alíquota e forma dos tributos a serem lançados. O CTN apresenta a definição do que são tributos, bem como de sua natureza jurídica, em seus seguintes artigos:

> Art. 3º Tributo é toda prestação pecuniária compulsória, em moeda ou cujo valor nela se possa exprimir, que não constitua sanção de ato ilícito, instituída em lei e cobrada mediante atividade administrativa plenamente vinculada.
> Art. 4º A natureza jurídica específica do tributo é determinada pelo fato gerador da respectiva obrigação, sendo irrelevantes para qualificá-la:
> I - a denominação e demais características formais adotadas pela lei;
> II - a destinação legal do produto da sua arrecadação.
> Art. 5º Os tributos são impostos, taxas e contribuições de melhoria (Brasil, 1966, art. 3º).

Dessa forma, justifica-se que o presente tópico está descolado do anterior, pois trata-se de instituto diferente, apesar de todos constituírem receitas da administração pública.

O Código Tributário Nacional (CTN) define imposto, em seu art. 16, como sendo um tributo cuja obrigação tem por fato gerador uma situação independente de qualquer atividade estatal específica, relativa ao contribuinte.

Já o art. 153 da Constituição estabelece:

> Art. 153. Compete à União instituir impostos sobre:

> I - importação de produtos estrangeiros;
> II - exportação, para o exterior, de produtos nacionais ou nacionalizados;
> III - renda e proventos de qualquer natureza;
> IV - produtos industrializados;
> V - operações de crédito, câmbio e seguro, ou relativas a títulos ou valores mobiliários;
> VI - propriedade territorial rural;
> VII - grandes fortunas, nos termos de lei complementar (Brasil, 1966, art. 153).

Anteriormente existia o Imposto Único sobre Minerais (IUM), que era regulamentado pelo Decreto nº 66.694, de 11 de junho de 1970. A Constituição Federal ampliou a base de cálculo do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), incorporando as operações de circulação de mercadorias antes tributadas pelos impostos únicos, de competência da União.

Após isso, a Lei Complementar nº 87, de 13 de setembro de 1996, também denominada "Lei Kandir", que trata sobre a incidência do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) sobre operações de circulação de mercadorias e serviços, estabeleceu normas gerais sobre o ICMS e definiu as regras para a isenção e a não incidência desse imposto em determinadas operações. A Lei Kandir prevê a isenção do ICMS sobre as operações de exportação de produtos primários e semielaborados, inclusive minerais, com o intuito de promover a competitividade dos produtos brasileiros no mercado internacional, incentivando as exportações.

Portanto, as empresas que realizam a exportação de minerais estão "isentas do pagamento do ICMS sobre as operações que destinem ao exterior mercadorias, inclusive produtos primários e produtos industrializados semielaborados, bem como sobre prestações de serviços para o exterior", nos termos do art. 32, I, da Lei Kandir, ou seja, aplica-se àqueles que ainda não passaram por um processo de transformação significativo.

Nos termos dos artigos 19 e 20 da Lei Kandir, Lei Complementar nº 87/1996, há ainda a concessão de direito a crédito tributário às mercadorias entradas no estabelecimento para integração ou consumo em processo de produção de mercadorias industrializadas, inclusive semielaboradas destinadas ao exterior, isentas, portanto, do pagamento do imposto.

O imposto sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestações de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação (ICMS) é imposto de competência do Estado e merece especial importância, pois constitui uma das principais fontes do ente estatal, bem como do Distrito Federal. Já o imposto de transmissão *causa mortis* e sobre propriedade de veículos automotores (IPVA) está estabelecido no art. 155 da Constituição.

Os municípios, por sua vez, têm competência para instituir impostos sobre propriedade predial e territorial urbana (IPTU), sobre transmissão de bens imóveis (ITBI) e sobre serviços (ISS) não compreendidos no campo de incidência do ICMS.

Todos esses impostos podem incidir de forma direta ou indireta naqueles que operam no setor mineral e sobre as empresas de mineração. Entretanto, apenas o IPTU é devido anualmente, constituindo-se um custo fixo para os proprietários de prédios e terrenos urbanos; os demais têm caráter eventual.

Considerando que os recursos minerais são bens da União, verifica-se, por parte do Estado, uma necessidade maior do exercício de controle, regulação e fiscalização da atividade econômica relacionada a toda cadeia de exploração mineral, especialmente pelos impactos sociais e ambientais que gera.

Nesse sentido, a carga tributária, direta e indireta, bem como os demais encargos e custos sociais suportados pelas empresas minerárias e por quem realiza as atividades relacionadas ao setor mineral, é forte instrumento para responder aos problemas sociais e ambientais que se acaba por gerar.

Essa concepção parte de um pressuposto de que os tributos, taxas e outras receitas, como a Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM), são importantes instrumentos de incremento dos direitos. Isso porque todo direito social tem um custo, constituindo-se em direitos de primeira geração, que são garantidos por meio de custos orçamentários (Holmes; Sustein, 2000).

Assim, consideram-se primordiais a compreensão e o aumento contínuo da transparência pública e privada para que ambos atuem com cada vez maior responsabilidade social e ambiental, que possibilite o desenvolvimento de forma sustentável em todas as etapas da cadeia produtiva mineral — um dos pilares da mineração, conforme o Plano Nacional da Mineração (PNM - 2030) (Brasil, 2011, p. 6).

Para além do Código Tributário Nacional (CTN), temos a Lei de Imposto de Renda, Lei nº 7.713, de 22 de dezembro de 1988, que estabelece regras sobre o imposto de renda, o qual incide sobre os resultados da atividade minerária.

Assim, identificam-se isenções e que diversos impostos diretos e indiretos podem incidir sobre a atividade mineradora, como ISSQN, IPTU, ICMS, IPI. Esses impostos se explicam por a exploração mineral envolver diversos elos, mercadorias, transporte, venda, imóveis, importação, exportação, contratação de pessoal, dentre outras atividades, que se relacionam em algum momento ao setor tributário. Nesse complexo contexto, relacionam-se abaixo algumas outras normativas sobre a temática:

- Lei nº 5.172, de 25 de outubro de 1966 — Dispõe sobre o Sistema Tributário Nacional e institui normas gerais de direito tributário aplicáveis à União, aos estados e aos municípios;
- Lei nº 4.502, de 30 de novembro de 1964 — Lei do Imposto sobre Produtos

Industrializados — Regulamenta o Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), que pode incidir sobre a produção e a comercialização de produtos minerais industrializados;

- Lei complementar nº 87, de 13 de setembro de 1996 — Lei do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços — Estabelece as regras sobre o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), que é um tributo estadual incidente sobre a circulação de mercadorias, inclusive produtos minerais;
- Lei Complementar nº 87, de 13 de setembro de 1996 — Dispõe sobre o imposto dos Estados e do Distrito Federal sobre operações relativas à circulação de mercadorias, sobre prestações de serviços de transporte interestadual, intermunicipal e de comunicação e dá outras providências (Lei Kandir);
- Decreto-lei nº 57, de 18 de novembro de 1966 — Altera dispositivos sobre lançamento e cobrança do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural, institui normas sobre arrecadação da dívida ativa correspondente e dá outras providências.

Para além dos impostos diretos e indiretos relacionados ao setor mineral, também existem taxas e multas. As taxas são tributos que são cobrados "pela União, pelos Estados, pelo Distrito Federal ou pelos Municípios, no âmbito de suas respectivas atribuições, [e] têm como fato gerador o exercício regular do poder de polícia, ou a utilização, efetiva ou potencial, de serviço público específico e divisível, prestado ao contribuinte ou posto à sua disposição", conforme art. 77 do Código Tributário Nacional (CTN).

Em relação à Taxa Anual por Hectare (TAH), apesar da nomenclatura taxa, que configura tributo, o antigo Departamento Nacional de Produção Mineral proferiu a Orientação Normativa n° 10/PF-DNPM, de 12 de junho de 2012, esclarecendo que a TAH foi introduzida no ordenamento jurídico com a edição da Lei n° 7.886/1989. Esta alterou a redação do artigo 20 do Código de Mineração e, depois dela, a natureza jurídica da TAH ficou sendo de preço público, decorrente da remuneração pela exploração de recursos minerais, configurando-se como um crédito não tributário da fazenda pública.

Assim o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, ou Código de Minas, esclarece:

> Art. 20. A autorização de pesquisa importa nos seguintes pagamentos:
> [...]
> II - pelo titular de autorização de pesquisa, até a entrega do relatório final dos trabalhos ao DNPM, de taxa anual, por hectare, admitida a fixação em valores progressivos em função da substância mineral objetivada, extensão e localização da área e de outras condições, respeitado o valor máximo de duas vezes a expressão monetária UFIR, instituída pelo art. 1º da Lei nº 8.383, de 30 de dezembro de 1991.
> § 3º. O não pagamento dos emolumentos e da taxa de que tratam, respectivamente, os incisos I e II do caput deste artigo, ensejará, nas condições que vierem a ser estabelecidas em portaria do Ministro de Estado de Minas e Energia, a aplicação das seguintes sanções:
> [...]
> II - tratando-se de taxa:
> a) multa, no valor máximo previsto no art. 64;
> b) nulidade *ex officio* do alvará de autorização de pesquisa, após imposição de multa

(Brasil, 1967, art. 20).

Existe um manual de procedimentos para cobrança da Taxa Anual por Hectare, para aplicação e cobrança da respectiva multa e para aplicação da sanção de nulidade *ex officio* do alvará de pesquisa, aprovado por meio da Portaria do Diretor-Geral do DNPM nº 365, de 22 de outubro de 2010.

O Manual de Procedimentos para Cobrança da Taxa Anual por Hectare e Multas aplicadas pela inobservância da Legislação Minerária sofreu algumas alterações, como a realizada pela Portaria nº 283, de 27 de setembro de 2016, que alterou o seu art. 8º.

Após alterações, a TAH foi regulamentada e atualizada em seus valores pelas Resoluções da ANM:

- Resolução ANM nº 120, de 26 de outubro de 2022 — Regulamenta o pagamento da taxa anual por hectare, prevista no inciso II do *caput* do art. 20 do Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, ou Código de Mineração, e estabelece os valores, os prazos de recolhimentos e demais critérios e condições de pagamento;
- Resolução ANM nº 132, de 28 de fevereiro de 2023 — Atualiza os valores dos emolumentos, da Taxa Anual por Hectare (TAH), das multas previstas na legislação minerária, das vistorias de fiscalização e dos demais serviços prestados pela Agência Nacional de Mineração, fixados através da Resolução ANM nº 93, de 03 de fevereiro de 2022;
- Resolução ANM nº 93, de 3 de fevereiro de 2022 — Atualiza os valores dos Emolumentos, da Taxa Anual por Hectare (TAH), das Multas Previstas na Legislação Minerária, das Vistorias de Fiscalização e dos demais serviços prestados pela Agência Nacional de Mineração (ANM), fixados através da Resolução ANM nº 58, de 11/02/2021, publicada no Diário Oficial da União de 12/02/2021 - Seção I;
- Resolução ANM nº 58, de 11 de fevereiro de 2021 — Atualiza os valores dos Emolumentos, da Taxa Anual por Hectare (TAH), das Multas, das Vistorias e dos demais serviços prestados pela Agência Nacional de Mineração (ANM), fixados através da Resolução nº 23, de 30/01/2020, publicada no DOU de 03/02/2020, e os valores das multas do Art. 9º, I a IX e § 1º, da Lei nº 7.805/1989 e Art. 15, § 1º e Art. 17, § 1º, da Lei nº 11.685/2008;
- Resolução ANM nº 23, de 30 de janeiro de 2020 — Atualiza os valores dos Emolumentos, da Taxa Anual por Hectare (TAH), das Multas, das Vistorias e dos demais serviços prestados pela Agência Nacional de Mineração (ANM), fixados através das Resoluções nºs 3, de 30/01/2019, e 7, de 11/04/2019, publicadas no DOU de 31/01/2019 e de 12/04/2019, respectivamente.

Importante normativa é a relacionada à atualização dos valores das multas originadas por alguma irregularidade no atuar no setor mineral, por falta de cumprimento de alguma obrigação legal e por indicação do procedimento para apuração das infrações e sanções:

- Resolução ANM nº 122, de 28 de novembro de 2022 — Dispõe sobre os procedimentos para apuração das infrações, sanções e os valores das multas aplicáveis em decorrência do não cumprimento das obrigações previstas na legislação do setor mineral;

- Resolução ANM nº 136, de 31 de maio de 2023 — Altera a Resolução ANM nº 122/2022, que dispõe sobre os procedimentos para apuração das infrações, sanções e os valores das multas aplicáveis em decorrência do não cumprimento das obrigações previstas na legislação do setor mineral.

1.1.4 Legislação ambiental

O Plano Nacional de Mineração (PNM – 2030) possui três pilares: **governança pública eficaz** para promover o uso dos bens minerais extraídos no país, no interesse nacional; **agregação de valor e adensamento de conhecimento** em todas as etapas do setor mineral; e **sustentabilidade** em todas as etapas da cadeia produtiva mineral (Brasil, 2011).

O último pilar, da sustentabilidade em todas as etapas da cadeia produtiva mineral, é essencial, pois agrega valor, inclusive internacional, sendo norte da Agenda de Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), considerada como uma declaração de objetivos sociais, econômicos e ambientais, aplicável de forma globalizada, visto que seu cumprimento contribui para a promoção do desenvolvimento sustentável de todos os países.

A sustentabilidade deve ser vista como princípio sistêmico, relevante na efetivação interdisciplinar da ordem constitucional e social, sendo instrumento muito eficiente para o ambientalismo e para o desenvolvimento (Coelho; Araújo, 2011).

Nesse sentido, a dignidade das pessoas, o combate à fome, à pobreza e à desigualdade, o acesso à educação, à saúde e à inclusão social e o aumento da prosperidade econômica — com crescimento da produção, do emprego inclusivo e do trabalho decente — permeiam questões relacionadas à sustentabilidade, que afetam o setor mineral e questões ambientais.

Em relação ao setor mineral, percebe-se uma tentativa de minimização da atuação de fiscalização estatal, “para tornarem verdadeiros órgãos certificadores das ações de controle e gestão realizadas pelas próprias empresas, com a tendência de desvinculação de licenciamentos ambientais dos minerais” (Neves, 2022).

Exemplifica-se isso com a Guia de Utilização (GU), em que a ANM, de forma excepcional, pode conceder a exploração mineral somente nos casos descritos no parágrafo primeiro, art.

102, da Portaria DNPM/MME 155/2016, com regulamentação dada pela Resolução nº 37/2020.

A Guia de Utilização (GU) está descrita no art. 22 do Código de Minas (**Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967**), outorgada somente se cumprindo determinados requisitos:

> Art. 22. A autorização de pesquisa será conferida nas seguintes condições, além das demais constantes deste Código: (Redação dada pela Lei nº 9.314, de 1996)
> § 2º É admitida, em caráter excepcional, a extração de substâncias minerais em área titulada, antes da outorga da concessão de lavra, mediante prévia autorização da ANM, observada a legislação ambiental pertinente.(Redação dada pela Leinº14.514,de 2022) (Brasil, 1967, art. 22).

O Regulamento do Código de Mineração (Decreto nº 9.406, de 12 de junho de 2018, com alteração dada pelo Decreto nº 10.965/2022) admite excepcionalmente "a extração de substâncias minerais em área titulada anteriormente à outorga da concessão de lavra por meio de autorização prévia da ANM, denominada guia de utilização, observada a legislação ambiental pertinente". Será concedido o prazo de um a três anos, podendo ser prorrogado por igual período, de acordo com a substância mineral, nos termos da dicção do art. 24.

Explicita-se o caso da GU porque é a materialidade do intuito de promover maior agilidade nos processos minerários a partir de um descolamento, uma desvinculação dos processos de licença ambiental dos processos minerários. Nesse prisma, o art. 107 da Portaria DNPM/MME 155/2016 determina:

> Art. 107. **A eficácia da GU ficará condicionada à obtenção de licença ambiental ou documento equivalente.** (Redação dada pela Resolução 37/2020/ANM/MME)
> I - (Suprimido pela Resolução 37/2020/ANM/MME)
> II - (Suprimido pela Resolução 37/2020/ANM/MME)
> III - (Suprimido pela Resolução 37/2020/ANM/MME)
> Parágrafo único. (Suprimido pela Resolução 37/2020/ANM/MME)
> § 1º A licença ambiental ou documento equivalente deverá: (Acrescentado pela Resolução 37/2020/ANM/MME)
> I- mencionar a(s) substância(s) contempladas pela GU; (Acrescentado pela Resolução 37/2020/ANM/MME)
> II - estar no nome do titular da Guia; e (Acrescentado pela Resolução 37/2020/ANM/MME)
> III - ter validade compatível com a GU. (Acrescentado pela Resolução 37/2020/ANM/MME)
> § 2º **O início da vigência da GU coincidirá com a data de outorga do licenciamento**. (Acrescentado pela Resolução 37/2020/ANM/MME)
> § 3º O titular da GU deverá apresentar à ANM a licença ambiental ou documento equivalente dentro de 10 (dez) dias, contados a partir da emissão desta última, sob pena de cancelamento da Guia. (Acrescentado pela Resolução 37/2020/ANM/MME)
> § 4º (Revogado pela Resolução 122/2022/ANM/MME) (Brasil, 2016, art. 107).

A Resolução 122/2022/ANM/MME revogou as obrigações do titular do direito minerário, descritas no art. 117. O inciso XI, por exemplo, determinava que o titular da GU "não poderia

realizar quaisquer atividades de extração sem a prévia obtenção de licença ambiental ou documento equivalente". E o inciso XX determinava que o titular da GU deveria "suspender imediatamente as suas atividades se expirado o prazo de vigência da licença ambiental ou de documento equivalente". No entanto, essas normativas estão revogadas.

Independente, o artigo 55 da Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, (Lei de Crimes Ambientais) e o artigo 63 do Decreto nº 6.514, de 22 de julho de 2008, determinam que a lavra ou a extração de recursos minerais sem a competente autorização, permissão, concessão ou licença ambiental constitui tanto crime quanto infração administrativa ambiental (Gadelha, 2020). As ações fiscalizadoras, no caso, são realizadas por órgãos e entes diferentes.

Desse modo, há a necessidade de um olhar sério sobre as premissas constitucionais no pilar da atividade mineral e há também a necessidade de sustentabilidade em todas as etapas de produção mineral: nos termos do PNM 2030, nas normas internacionais ligadas às ODS e primando-se pela realização de uma boa administração com maior cooperação. Nesse quadro, entende-se fundamental a criação de mecanismos que possibilitem a necessária agilidade processual e de melhoria constante no setor mineral. Todavia, é preciso que tais mecanismos também forneçam maior estabilidade e segurança jurídica, principalmente para quem está realizando a atividade mineral, sendo oportuno um olhar mais atento à prevenção, à realização de trabalhos que evitem danos ambientais e sociais ou que estes possam ser realizados da forma menos impactante possível.

A legislação e a normatização ambiental relacionadas ao setor mineral são muito extensas, repletas de especificidades, temáticas setorizadas e todas muito relevantes para o setor mineral, tais como as relacionadas com a água mineral ou com a proteção das barragens.

Assim, como nos demais tópicos, serão listados alguns dos atos normativos de maior relevância, iniciando-se por alguns inclusive já citados anteriormente.

- Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 — Dá nova redação ao Decreto-Lei nº 1.985, de 29 de janeiro de 1940, ou Código de Minas;
- Lei nº 7.805, de 18 de julho de 1989 — Altera o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, cria o regime de permissão de lavra garimpeira, extingue o regime de matrícula e dá outras providências;
- Decreto nº 9.406, de 12 de junho de 2018 — Regulamenta o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, a Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978, a Lei nº 7.805, de 18 de julho de 1989, e a Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017;
- Lei no 6.567, de 24 de setembro de 1978 — Dispõe sobre regime especial para exploração e o aproveitamento das substâncias minerais que especifica e dá outras providências;
- Portaria DNPM/MME 155/2016 — Aprova a Consolidação Normativa do DNPM e revoga os atos normativos consolidados;
- Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934 — Decreta o Código de Águas;

- Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 — Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências;
- Decreto nº 88.351, de 1º de junho de 1983 — Regulamenta a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981 (que dispõem, respectivamente, sobre a Política Nacional do Meio Ambiente e sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental) e dá outras providências;
- Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 — Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989;
- Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 — Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente e dá outras providências;
- Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010 — Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinada à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei no 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4o da Lei no 9.984, de 17 de julho de 2000;
- Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 — Regulamenta o art. 225, §1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências;
- Lei nº 11.284, de 2 de março de 2006 — Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável; institui, na estrutura do Ministério do Meio Ambiente, o Serviço Florestal Brasileiro (SFB); cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal (FNDF); altera as Leis nº: 10.683, de 28 de maio de 2003 5.868, de 12 de dezembro de 1972; 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; 4.771, de 15 de setembro de 1965; 6.938, de 31 de agosto de 1981; e 6.015, de 31 de dezembro de 1973; e dá outras providências;
- Decreto nº 6.063, de 20 de março de 2007 — Regulamenta, no âmbito federal, dispositivos da Lei no 11.284, de 2 de março de 2006, que dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável, e dá outras providências;
- Decreto nº 6.514, de 22 de julho de 2008 — Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações e dá outras providências;
- Decreto nº 9.760, de 11 de abril de 2019 — Altera o Decreto nº 6.514, de 22 de julho de 2008, que dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente e estabelece o processo administrativo federal para apuração dessas infrações;
- Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 — Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências;
- Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010 — Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa e dá outras providências;
- Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011 — Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os estados, o Distrito Federal e os municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981;
- Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 — Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa;

altera as Leis nº: 6.938, de 31 de agosto de 1981; 9.393, de 19 de dezembro de 1996; e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº: 4.771, de 15 de setembro de 1965; 7.754, de 14 de abril de 1989; e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências;

- Decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012 — Dispõe sobre o Sistema de Cadastro Ambiental Rural, o Cadastro Ambiental Rural, estabelece normas de caráter geral aos Programas de Regularização Ambiental, debatidos pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, e dá outras providências;
- Decreto nº 8.235, de 5 de maio de 2014 — Estabelece normas gerais complementares aos Programas de Regularização Ambiental dos estados e do Distrito Federal, apresentadas no Decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012, institui o Programa Mais Ambiente Brasil e dá outras providências;
- Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015 — Regulamenta: o inciso II do § 1º e o § 4º do art. 225 da Constituição Federal e também o Artigo 1, a alínea j do Artigo 8, a alínea c do Artigo 10, o Artigo 15 e os parágrafos 3º e 4º do Artigo 16 da Convenção sobre Diversidade Biológica, promulgada pelo Decreto nº 2.519, de 16 de março de 1998; dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade; revoga a Medida Provisória nº 2.186-16, de 23 de agosto de 2001; e dá outras providências;
- Lei nº 11.685, de 2 de junho de 2008 — Institui o Estatuto do Garimpeiro e dá outras providências;
- Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006 — Dispõe sobre a utilização e a proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica e dá outras providências;
- Lei no 10.743, de 9 de outubro de 2003 — Institui no Brasil o Sistema de Certificação do Processo de Kimberley (SCPK), relativo à exportação e à importação de diamantes brutos, e dá outras providências;
- Lei no 9.976, de 3 de julho de 2000 — Dispõe sobre a produção de cloro e dá outras providências;
- Lei no 9.966, de 28 de abril de 2000 — Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências;
- Lei no 9.832, de 14 de setembro de 1999 — Proíbe o uso industrial de embalagens metálicas soldadas com liga de chumbo e estanho para acondicionamento de gêneros alimentícios, exceto para produtos secos ou desidratados;
- Lei nº 9.648, de 27 de maio de 1998 — Altera dispositivos das Leis no 3.890-A, de 25 de abril de 1961, no 8.666, de 21 de junho de 1993, no 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, no 9.074, de 7 de julho de 1995, no 9.427, de 26 de dezembro de 1996; autoriza o Poder Executivo a promover a reestruturação da Centrais Elétricas Brasileiras (Eletrobrás) e de suas subsidiárias; e dá outras providências.
- Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 — Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente e dá outras providências;
- Lei nº 9.055, 01 de junho de 1995 — Disciplina a extração, industrialização, utilização, comercialização e transporte do asbesto/amianto e dos produtos que o contenham, bem como das fibras naturais e artificiais, de qualquer origem, utilizadas para o mesmo fim e dá outras providências;
- Decreto nº 2.350, de 15 de outubro de 1997 — Regulamenta a Lei nº 9.055, de 1º de junho de 1995, e dá outras providências;
- Lei no 6.567, de 24 de setembro de 1978 — Dispõe sobre regime especial para a exploração e o aproveitamento das substâncias minerais que especifica e dá outras

providências;

- Decreto Federal nº 97.632/1989 — Regulamenta sobre o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas Para Exploração Mineral. - Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2°, inciso VIII, da Lei n° 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências;
- Decreto Federal nº 97.507/1989 — Dispõe sobre licenciamento de atividade mineral, o uso do mercúrio metálico e do cianeto em áreas de extração de ouro, e dá outras providências;
- Resolução CONAMA nº 1/1990 — Dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais;
- Resolução CONAMA nº 3/1990 — Dispõe sobre padrões de qualidade do ar;
- Resolução CONAMA nº 8/1990 — Dispõe sobre o estabelecimento de limites máximos de emissão de poluentes no ar;
- Lei Federal nº 9.966/2000 — Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências;
- Decreto nº 4.136, de 20 de fevereiro de 2002 — Dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis às infrações às regras de prevenção, controle e fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional, prevista na Lei no 9.966, de 28 de abril de 2000, e dá outras providências;
- Lei nº 14.299, de 5 de janeiro de 2022 — Altera as Leis nºs 10.438, de 26 de abril de 2002, e 9.074, de 7 de julho de 1995, para instituir subvenção econômica às concessionárias do serviço público de distribuição de energia elétrica de pequeno porte; cria o Programa de Transição Energética Justa (TEJ); e dá outras providências;
- Resolução CONAMA nº 267/2000 — Dispõe sobre a proibição da utilização de substâncias que destroem a Camada de Ozônio;
- Resolução CONAMA nº 302/2002 – Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno;
- Resolução CONAMA nº 307/2002 — Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil;
- Resolução CONAMA nº 340/2003 — Dispõe sobre a utilização de cilindros para o envasamento de gases que destroem a Camada de Ozônio e dá outras providências;
- Resolução CONAMA nº 347/2004 — Dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico;
- Resolução CONAMA nº 369/2006 — Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente (APP);
- Resolução CONAMA nº 382/2006 — Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas;
- Resolução CONAMA nº 428/2010 — Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental, sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação, consoante o § 3º do artigo 36 da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA, e dá outras providências;
- Resolução CONAMA nº 436/2011 — Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas instaladas ou com pedido de licença de instalação anteriores a 2 de janeiro de 2007.

1.1.5 Sistema regulatório ANM

A Agência Nacional de Mineração (ANM) foi criada pela Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017, em substituição ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

Em termos jurídicos, a diferença é de natureza jurídica, de forma de organização administrativa, de quem irá exercer a competência que é da União, considerando que estamos tratando de um bem seu, conforme o art. 20, IX, dos "recursos minerais, inclusive os do subsolo".

Ocorre a desconcentração quando há o deslocamento, a distribuição interna de competência, ou de parte de competências, dentro da mesma pessoa jurídica. Essa era a forma de organização interna da União, via Ministério de Minas e Energia, que tinha um outro braço, isto é, outro órgão sem personalidade jurídica, o DNPM.

Quando a atividade administrativa é retirada do núcleo para pessoas de fora da administração direta, da União no caso, para serem exercidas por entes públicos ou privados, que respondem por seus atos, que possuem autonomia plena e tem personalidade jurídica, ocorre a descentralização. Foi isso que ocorreu, pelo menos em termos jurídicos, a partir da Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017.

A partir da constituição de uma Agência Reguladora, há a descentralização e, com isso, não há subordinação direta, existe apenas um vínculo com o ministério ou com o órgão mais próximo, para direcionar as políticas públicas e grandes diretrizes estabelecidas — no caso da ANM, pelo Ministério de Minas e Energia (art. 2º). A ANM é ente da "Administração Pública federal indireta, submetida ao regime autárquico especial e vinculada ao Ministério de Minas e Energia", nos termos do art. 1º da Lei nº 13.575/2017.

As Agências Reguladoras possuem uma lei geral, a Lei nº 13.848, de 25 de junho de 2019, que dispõe sobre a gestão, a organização, o processo decisório e o controle social das agências reguladoras.

O art. 2º da Lei Geral da Agências Reguladoras indica quais são essas agências, para fins da própria lei, como para a Lei nº 9.986, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre a gestão de recursos humanos das agências reguladoras. Assim, determina que são agências reguladoras, que possuem as mesmas orientações:

> I - a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel);
> II - a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP);
> III - a Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel);
> IV - a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa);
> V - a Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS);
> VI - a Agência Nacional de Águas (ANA);
> VII - a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (Antaq);
> VIII - a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT);
> IX - a Agência Nacional do Cinema (Ancine);

> X - a Agência Nacional de Aviação Civil (Anac);
> XI - a Agência Nacional de Mineração (ANM) (Brasil, 2000).

Observem que a maior parte das Agências Reguladoras versam sobre a delegação de serviço público, conforme estabelece a Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, que dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal. Diante disso, tome-se o caso da Lei nº 9.074, de 7 de julho de 1995**,** que estabelece normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos e dá outras providências. Essa lei esclarece, por exemplo, as concessões, permissões e autorizações de exploração de serviços e instalações de energia elétrica e de aproveitamento energético dos cursos de água, que são outorgadas na forma da lei de licitações e contratos públicos.

As agências reguladoras são entidades da administração indireta, que são especiais, pois possuem mais autonomia e lidam geralmente com regulação, controle e fiscalização dos serviços públicos, como os serviços de transporte terrestre, de competência da Agência Nacional de Transporte Terrestres (ANTT), conforme a Lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001, ou em relação aos serviços de energia elétrica, regulados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), nos termos da Lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001.

Considero relevante a observação das Agências Reguladoras da União, que observam os bens da União, pois certamente elas terão que ter políticas públicas e rotas de movimento mais alinhadas. A percepção aqui é sobre a necessidade de um olhar sistêmico nos programas com objetos mais assemelhados. Assim, considerando que os recursos minerais são um bem da União, sua política deve andar em consonância e ter afinidade com outros bens da União, como os recursos hídricos, petróleo, gás natural e biocombustível. É preciso respeitar as suas respectivas especificidades, mas sem esquecer o tronco principal: são todos bens públicos da União ou do estado, que podem ser repassados, explorados por terceiros, desde que cumpridas as exigências legais.

A criação da ANM adveio de um longo debate em busca de alternativas de melhoria para o setor minerário brasileiro, dentre elas a melhoria de sua governança, da atuação do poder público. Em 2011, por exemplo, foi publicado um caderno de estudos pela Câmara dos Deputados com o título “Setor Mineral: rumo a um novo marco legal”. Nele, um dos consultores indicou que os atores que atuam sobre o setor mineral, isto é, “o proprietário superficial, o minerador, a comunidade e o Poder Público – este como proprietário do bem mineral e como responsável pela gestão integrada da sua vida útil – têm a obrigação de conhecer a realidade do setor, com vistas ao cumprimento de diretrizes amplas, gerais e consistentes, que definem seus direitos e obrigações” (Herrmann, 2011).

Na sequência, esclareceu-se que a legislação minerária à época apresentava algumas características, as quais serão listadas abaixo, para compararmos o que se pretendeu estabelecer então com a atual legislação. Herrmann (2011, p. 225-226) indicou como características da legislação mineral à época:

> a. Trata o bem mineral como insumo estratégico e não como simples mercadoria.
> b. Não reflete a realidade, especialmente porque o comércio de bens minerais é uma via de mão dupla.
> c. Excessivamente centralizadora (federal).
> d. Altamente burocrática e cartorial.
> e. Dificulta a sinergia entre órgãos governamentais e entidades privadas relativamente aos prazos para cumprimento de exigências, de uns e de outros.
> f. Pequena participação da comunidade para a edição de normas legais para o setor.
> g. Não permite uma interpretação consistente da atividade por parte do Ministério Público e pelos agentes ambientais.
> h. Não inclui na atividade mineral o reuso ou a reciclagem de rejeitos minerais.
> i. Privilegia os aspectos legais em detrimento dos técnico-econômicos.
> j. Dificulta o acesso às informações processuais.
> k. Enfatiza as sanções pecuniárias e não estabelece prêmios ou vantagens às condutas fomentadoras do setor.
> l. As previsões de sanções severas são apenas indicativas e, portanto, de alcance restrito e limitado.
> m. Emperra o andamento dos processos administrativos.
> n. Há suficientes dispositivos legais, mas faltam interpretações consistentes.
> o. Privilegia os interesses privados muitas vezes em detrimento do interesse social ou coletivo.
> p. Não conceitua com clareza os aspectos intrínsecos da atividade mineral, o que dificulta interpretações corretas sobre seu exercício por agentes externos ao setor (Herrmann, 2011, p. 225-226).

A partir dessas e de diversas outras críticas, a Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017, estabeleceu a criação da ANM, que, nos termos de seu art. 2º, possui a "finalidade de promover a gestão dos recursos minerais da União, bem como a regulação e a fiscalização das atividades para o aproveitamento dos recursos minerais no País, competindo-lhe":

> I - implementar a política nacional para as atividades de mineração;
> II - estabelecer normas e padrões para o aproveitamento dos recursos minerais, observadas as políticas de planejamento setorial definidas pelo Ministério de Minas e Energia e as melhores práticas da indústria de mineração;
> III - prestar apoio técnico ao Ministério de Minas e Energia;
> IV - requisitar, guardar e administrar os dados e as informações sobre as atividades de pesquisa e lavra produzidos por titulares de direitos minerários;
> V - gerir os direitos e os títulos minerários para fins de aproveitamento de recursos minerais;
> VI - estabelecer os requisitos técnicos, jurídicos, financeiros e econômicos a serem atendidos pelos interessados na obtenção de títulos minerários;
> VII - estabelecer os requisitos e os critérios de julgamento dos procedimentos de disponibilidade de área, conforme diretrizes fixadas em atos da ANM;
> VIII - regulamentar os processos administrativos sob sua competência, notadamente os relacionados com a outorga de títulos minerários, com a fiscalização de atividades de mineração e aplicação de sanções;
> IX - consolidar as informações do setor mineral fornecidas pelos titulares de direitos minerários, cabendo-lhe a sua divulgação periódica, em prazo não superior a um ano;

X - emitir o Certificado do Processo de Kimberley, de que trata a Lei nº 10.743, de 9 de outubro de 2003 , ressalvada a competência prevista no § 2º do art. 6º da referida Lei;
XI - fiscalizar a atividade de mineração, podendo realizar vistorias, notificar, autuar infratores, adotar medidas acautelatórias como de interdição e paralisação, impor as sanções cabíveis, firmar termo de ajustamento de conduta, constituir e cobrar os créditos delas decorrentes, bem como comunicar aos órgãos competentes a eventual ocorrência de infração, quando for o caso;
XII - regular, fiscalizar, arrecadar, constituir e cobrar os créditos decorrentes:
a) da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), de que trata a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989 ;
b) da taxa anual, por hectare, a que se refere o inciso II do caput do art. 20 do Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração); e
c) das multas aplicadas pela ANM;
XIII - normatizar, orientar e fiscalizar a extração e coleta de espécimes fósseis a que se refere o inciso III do caput do art. 10 do Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração), e o Decreto-Lei nº 4.146, de 4 de março de 1942 , e adotar medidas para promoção de sua preservação;
XIV - mediar, conciliar e decidir os conflitos entre os agentes da atividade de mineração;
XV - decidir sobre direitos minerários e outros requerimentos em procedimentos administrativos de outorga ou de fiscalização da atividade de mineração, observado o disposto no art. 3º desta Lei;
XVI - julgar o processo administrativo instaurado em função de suas decisões;
XVII - expedir os títulos minerários e os demais atos referentes à execução da legislação minerária, observado o disposto no art. 3º desta Lei;
XVIII - decidir requerimentos de lavra e outorgar concessões de lavra das substâncias minerais de que trata o art. 1º da Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978 ;
XIX - declarar a caducidade dos direitos minerários, cuja outorga de concessões de lavra seja de sua competência;
XX - estabelecer as condições para o aproveitamento das substâncias minerais destinadas à realização de obras de responsabilidade do poder público;
XXI - aprovar a delimitação de áreas e declarar a utilidade pública para fins de desapropriação ou constituição de servidão mineral;
XXII - estabelecer normas e exercer fiscalização, em caráter complementar, sobre controle ambiental, higiene e segurança das atividades de mineração, atuando em articulação com os demais órgãos responsáveis pelo meio ambiente e pela higiene, segurança e saúde ocupacional dos trabalhadores;
XXIII - definir e disciplinar os conceitos técnicos aplicáveis ao setor de mineração;
XXIV - fomentar a concorrência entre os agentes econômicos, monitorar e acompanhar as práticas de mercado do setor de mineração brasileiro e cooperar com os órgãos de defesa da concorrência, observado o disposto na Lei nº 12.529, de 30 de novembro de 2011, e na legislação pertinente;
XXV - regular e autorizar a execução de serviços de geologia e geofísica aplicados à atividade de mineração, visando ao levantamento de dados técnicos destinados à comercialização, em bases não exclusivas;
XXVI - estabelecer os requisitos e procedimentos para a aprovação e decidir sobre o relatório final de pesquisa;
XXVII - apreender, destruir, doar a instituição pública substâncias minerais e equipamentos encontrados ou provenientes de atividades ilegais ou promover leilão deles, conforme dispuser resolução da ANM, com acompanhamento de força policial sempre que necessário, ficando autorizado o leilão antecipado de substâncias minerais e equipamentos, no caso de risco de depreciação, mantido o valor apurado em depósito até o término do procedimento administrativo de perdimento pertinente;
XXVIII - normatizar, fiscalizar e arrecadar os encargos financeiros do titular do direito minerário e os demais valores devidos ao poder público nos termos desta Lei, bem como constituir e cobrar os créditos deles decorrentes e efetuar as restituições devidas;
XXIX - normatizar e reprimir as infrações à legislação e aplicar as sanções cabíveis, observado o disposto nesta Lei;
XXX - instituir o contencioso administrativo para julgar os créditos devidos à ANM em 1ª instância administrativa e os recursos voluntários, assim como os pedidos de restituição do indébito, assegurados o contraditório e a ampla defesa;

> XXXI - manter o registro mineral e as averbações referentes aos títulos e aos direitos minerários;
> XXXII - expedir certidões e autorizações;
> XXXIII - conceder anuência prévia aos atos de cessão ou transferência de concessão de lavra cuja outorga seja de sua competência, conforme estabelecido pelo § 3º do art. 176 da Constituição Federal ;
> XXXIV - regulamentar o compartilhamento de informações sobre a atividade de mineração entre órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios;
> XXXV - normatizar o sistema brasileiro de certificação de reservas e recursos minerais, no prazo de até um ano, contado da publicação desta Lei;
> XXXVI - aprovar seu regimento interno;
> XXXVII - regulamentar a aplicação de recursos de pesquisa, desenvolvimento tecnológico e inovação do setor mineral; (Redação dada pela Lei nº 14.514, de 2022)
> XXXVIII - regular, normatizar, autorizar, controlar e fiscalizar as atividades de pesquisa e lavra de minérios nucleares no País, exceto em relação às questões de segurança nuclear e proteção radiológica, observado o disposto no art. 6º da Lei nº 14.222, de 15 de outubro de 2021; (Incluído pela Lei nº 14.514, de 2022)
> XXXIX - fiscalizar os titulares de concessões de lavra quanto à ocorrência de elementos nucleares; (Incluído pela Lei nº 14.514, de 2022)
> XL - (VETADO). (Incluído pela Lei nº 14.514, de 2022)
> § 1º A ANM deverá, ao tomar conhecimento de fato que possa configurar indício de infração da ordem econômica, comunicá-lo imediatamente ao Conselho Administrativo de Defesa Econômica (Cade).
> § 2º Se a comunicação prevista no § 1º deste artigo decorrer de cessão de direitos minerários que não atenda aos critérios previstos na legislação de defesa da concorrência brasileira, a anuência da cessão estará vinculada à decisão terminativa proferida pelo Cade publicada em meio oficial.
> § 3º A ANM deverá, ao tomar conhecimento de fato que possa configurar indício de infração penal, comunicá-lo imediatamente à autoridade competente.
> § 4º As competências de fiscalização das atividades de mineração e da arrecadação da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) poderão ser exercidas por meio de convênio com os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, desde que os entes possuam serviços técnicos e administrativos organizados e aparelhados para execução das atividades, conforme condições estabelecidas em ato da ANM.
> § 5º (VETADO).
> § 6º Para o desempenho das competências previstas no **caput** deste artigo, os órgãos e entidades federais, estaduais, distritais e municipais deverão disponibilizar as informações necessárias ao exercício da competência da ANM (Brasil, 2017, art. 2º).

Continua de responsabilidade da União, via seu Ministro de Estado de Minas e Energia, a competência geral, conforme estabelecido no § 3º do art. 176 da Constituição Federal. São igualmente dele as competências de decidir sobre requerimento de lavra e outorgar concessões de lavra, de decidir sobre a declarar a caducidade e a nulidade de concessões de lavra e manifestos de mina e de decidir sobre a concessão de anuência prévia aos atos de cessão ou transferência de concessões de lavra e manifestos de mina. A União é quem é o poder concedente.

Essas previsões estão no inciso I, parágrafo 2º, art. 3º, da Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017, e apenas reforçam a concepção de que o "recurso mineral, inclusive do subsolo" (art. 20, XI da CF) é bem da União, de sua dominialidade, e que a União, como poder concedente, apenas transferiu algumas competências para a ANM: basicamente regular, controlar e

fiscalizar a exploração do recurso de seu bem, o qual deve proteger em nome da coletividade. A previsão constitucional sobre a temática encontra-se no art. 176:

> Art. 176. As jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra.
> § 1º A pesquisa e a lavra de recursos minerais e o aproveitamento dos potenciais a que se refere o "caput" deste artigo somente poderão ser efetuados mediante autorização ou concessão da União, no interesse nacional, por brasileiros ou empresa constituída sob as leis brasileiras e que tenha sua sede e administração no País, na forma da lei, que estabelecerá as condições específicas quando essas atividades se desenvolverem em faixa de fronteira ou terras indígenas. (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 6, de 1995)
> § 2º É assegurada participação ao proprietário do solo nos resultados da lavra, na forma e no valor que dispuser a lei.
> § 3º A autorização de pesquisa será sempre por prazo determinado, e as autorizações e concessões previstas neste artigo não poderão ser cedidas ou transferidas, total ou parcialmente, sem prévia anuência do poder concedente.
> § 4º Não dependerá de autorização ou concessão o aproveitamento do potencial de energia renovável de capacidade reduzida (Brasil, 2017, art. 3º).

A natureza especial das Agências Reguladoras é explicitada no art. 3º da Lei nº 13.848, de 25 de junho de 2019, caracterizada pela "ausência de tutela ou de subordinação hierárquica, pela autonomia funcional, decisória, administrativa e financeira e pela investidura a termo de seus dirigentes e estabilidade durante os mandatos, bem como pelas demais disposições constantes [da lei em questão] ou de leis específicas voltadas à sua implementação".

A ausência de tutela ou de subordinação hierárquica está ligada à autonomia decisória, tendo a estrutura da ANM organizado julgamentos, decisões colegiadas, as quais funcionam em sessões gravadas, transmitidas de forma simultânea *online*, com julgamento de seus processos publicados em pautas prévias, tudo em fácil localização e acesso.

Atualmente verificamos, por um lado, vários avanços da ANM na transparência pública, na tentativa de consolidação das normatizações, no aprimoramento dos sistemas eletrônicos, nas publicações de todos os atos, nos julgamentos colegiados, entre outros. Por outro lado, ainda está incipiente a valorização interna do corpo de servidores públicos capacitados para atuarem nas diversas competências da ANM, bem como a estruturação física dessa importante autarquia especial, que deve promover sua autonomia financeira, funcional e administrativa, como assim determina o art. 3º da Lei nº 13.848, de 25 de junho de 2019.

Como é sabido, as agências reguladoras possuem *expertise* técnica, são responsáveis por assegurar o cumprimento das leis e dos regulamentos que regem esses setores e por promover seu desenvolvimento e eficiência.

Assim, para haver maior estabilidade jurídica, celeridade na organização e cumprimento das importantes competências da ANM (a exemplo da valorização do setor brasileiro estratégico),

há necessidade de fortalecer o corpo de servidores efetivos capacitados, o que possibilita ações contínuas e a realização plena de suas competências, como a importante competência de "mediar, conciliar e decidir os conflitos entre os agentes da atividade de mineração".

No caso, a ANM, conhecedora técnica sobre o assunto, pode encontrar a melhor solução técnica para um conflito entre as partes eventualmente envolvidas com a questão minerária, promovendo um acompanhamento das ações e estabelecendo diálogo entre as partes para encontrarem a melhor solução. Assim, a ANM adentra questões puramente de mérito da administração pública e questões de melhor conveniência e oportunidade, visando ao melhor interesse público e abordando, portanto, assuntos que o Poder Judiciário não adentra.

Valorizar a carreira dos servidores públicos da ANM, ampliar o número de servidores capacitados e realizar concursos públicos são, sem sombra de dúvidas, formas de realizar a promoção, a valorização institucional e do setor estratégico. Tais ações possibilitam ainda que a ANM cumpra sua missão institucional de forma plena, atuando em todas as suas competências, principalmente em relação à mobilidade e à visitação da fiscalização em campo. Tudo isso gera maior estabilidade, confiança no setor, aumento de conhecimento e de investimento. A tecnologia muito auxilia, mas não convém ser o único mecanismo de fiscalização da exploração mineral, pois deve haver agentes competentes para atuação de tamanha responsabilidade a fim de evitar problemas jurídicos futuros.

Algo sempre questionado são os poderes normativos das agências reguladoras, o qual existe para possibilitar essa ampla autonomia, mas que devem seguir os ditames claros estabelecidos pela lei instituidora, adentrando questões mais técnicas, detalhando e esclarecendo ações e primando pela qualidade da prestação do serviço público outorgado a terceiro. No caso da ANM, espera-se que o aproveitamento do minério de propriedade da União seja executado da melhor maneira possível nos termos detalhados no Regulamento do Código de Mineração (Decreto nº 9.406/2018) e em demais disposições.

A semelhança com outras agências reguladoras refere-se à tentativa de padronização e de fortalecimento. Espera-se uma ação mais objetiva para a escolha da melhor pessoa que prestará o serviço público, seguindo legislação própria, como a Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, e sempre com respaldo na lei de licitações e contratos públicos, que, no caso da ANM, autorizará explorar o bem de titularidade da União.

Assim, a ANM alterou a forma dos procedimentos de requerimento de disponibilidade de área e de obtenção do título minerário, e o requerimento fica disponibilizado aos interessados por meio de critérios objetivos de seleção e julgamento e, de igual modo, por meio de editais de leilão, de rodadas de oferta públicas.

Como esclarecido no primeiro tópico geral sobre legislação neste relatório, a manifestação de interesse pela área ofertada será realizada de forma eletrônica, com sigilo protegido para resguardar a quantidade e a identidade dos interessados. Se surgir apenas uma apresentação de interesse, o interessado será notificado para protocolizar o seu requerimento de pesquisa em trinta dias, dispensada a realização do leilão eletrônico. Entretanto, se houver mais de uma manifestação de interesse, a ANM providenciará os trâmites para a disponibilização da área mediante leilão eletrônico. Em não havendo interessados e não sendo apresentada nenhuma manifestação de interesse do procedimento da ANM, a área será considerada livre (Art. 46 do Decreto nº 9.406/2018).

O aumento do conhecimento geológico é primordial para ampliar a confiança e a segurança na assertividade do pedido administrativo, que foi alterado com a implementação da nova estrutura regulatória brasileira, na ANM.

Outro relevante aspecto das agências reguladoras, que destaca sua independência e autonomia, é a prerrogativa de exercer Poder Normativo, tendo em vista que desempenham um papel fundamental na regulação e na supervisão de setores específicos da economia. É, pois, essencial terem maior autonomia decisória com alcance e limitações de especificidades do teor legal.

O Poder Normativo das agências reguladoras permite que elas emitam normas e regulamentos no exercício de suas atribuições, de forma específica, mais técnica como normativas gerais, seguindo princípios e ditames legais.

No exercício desse poder, as agências especiais devem promover a participação da sociedade, permitindo que as partes interessadas e o público em geral contribuam para o processo de tomada de decisões, o que pode ser feito mediante consultas públicas, audiências, manifestações e outros mecanismos de participação.

Assim, a ANM tem realizado essa participação social via processo de controle social, deixando oportunamente em consulta pública seus processos decisórios, como o que versou sobre infrações, sanções e multas aplicáveis (Resolução nº 136/2023, que alterou a Resolução nº 122/2022).

Um dos entraves que a ANM está tentando vencer é a compilação e a sistematização do amplo arcabouço normativo. A agência organizou, sistematizou, inseriu facilitadores em seu sítio eletrônico e está publicando diversas normativas no sentido de melhor orientar o setor minerário. Essa tendência de realizar uma desburocratização e uma consolidação normativa das regras minerárias pode ser percebida nas normativas:

- ✓ Decreto nº 10.139, de 28 de novembro de 2019 — Dispõe sobre a revisão e a consolidação dos atos normativos inferiores a decreto;

- Portaria ANM nº 1.125, de 8 de setembro de 2022 — Publica a listagem dos atos normativos inferiores a decreto vigentes em 1º de agosto de 2022 e revoga a Portaria ANM nº 751, de 10 de março de 2021, e a Portaria ANM nº 986, de 13 de abril de 2022;
- Portaria DNPM/MME 155/2016 — Aprova a Consolidação Normativa do DNPM e revoga os atos normativos consolidados com suas diversas e recentes alterações;
- ✓ Decreto nº 8.777, de 11 de Maio de 2016 — Institui a Política de Dados Abertos do Poder Executivo federal e viabilizou o Plano de Dados Abertos da Agência Nacional de Mineração, consolidando diretrizes, metas e objetivos do órgão para a política de dados abertos no biênio 2020-2022 e apresentando orientações estratégicas e operacionais para as ações de implementação e promoção de abertura de seus dados;

Com esse mesmo enfoque, a Agência Nacional de Mineração (ANM) criou o Plano Lavra, com a justificativa de possibilitar uma série de ações para desburocratizar os trâmites entre a ANM e o minerador, com modificações normativas, procedimentos e novas tecnologias da informação (BRASIL, ANM, 2020).

Em relação à questão da autonomia funcional da ANM, listam-se algumas normativas:

- Medida Provisória nº 1.154, de 1º de janeiro de 2023 — Estabelece a organização básica dos órgãos da Presidência da República e dos Ministérios;
- Lei nº 13.848, de 25 de junho de 2019 — Dispõe sobre a gestão, a organização, o processo decisório e o controle social das agências reguladoras, altera a Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996; a Lei nº 9.472, de 16 de julho de 1997; a Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997; a Lei nº 9.782, de 26 de janeiro de 1999; a Lei nº 9.961, de 28 de janeiro de 2000; a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000; a Lei nº 9.986, de 18 de julho de 2000; a Lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001; a Medida Provisória nº 2.228-1, de 6 de setembro de 2001; a Lei nº 11.182, de 27 de setembro de 2005; e a Lei nº 10.180, de 6 de fevereiro de 2001;
- Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017 — Cria a Agência Nacional de Mineração (ANM); extingue o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM); altera as Leis nº 11.046, de 27 de dezembro de 2004, e 10.826, de 22 de dezembro de 2003; e revoga a Lei nº 8.876, de 2 de maio de 1994, e dispositivos do Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração);
- Lei nº 12.998, de 18 de junho de 2014 — Dispõe sobre remuneração das Carreiras e dos Planos Especiais de Cargos das Agências Reguladoras, das Carreiras e do Plano Especial de Cargos do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), das Carreiras e do Plano Especial de Cargos do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), da Carreira de Perito Federal Agrário, das Carreiras do Hospital das Forças Armadas, da Fundação Nacional do Índio (Funai), dos empregados de que fala a Lei nº 8.878, de 11 de maio de 1994; autoriza a prorrogação de contratos por tempo determinado; cria cargos em comissão do Grupo-Direção e Assessoramento Superiores (DAS); altera as Leis nº 10.871, de 20 de maio de 2004; 10.768, de 19 de novembro de 2003; 11.357, de 19 de outubro de 2006; 10.882, de 9 de junho de 2004; 11.539, de 8 de novembro de 2007; 12.094, de 19 de novembro de 2009; 12.800, de 23 de abril de 2013; 11.171, de 2 de setembro de 2005; 12.702, de 7 de agosto de 2012; 10.550, de 13 de novembro de 2002; 11.046, de 27 de dezembro de 2004; 11.784, de 22 de setembro de 2008; 11.907, de 2 de fevereiro de 2009; 8.112, de 11 de dezembro de 1990; 8.745,

de 9 de dezembro de 1993; 11.356, de 19 de outubro de 2006; 12.528, de 18 de novembro de 2011; 9.503, de 23 de setembro de 1997; 11.090, de 7 de janeiro de 2005; e 12.158, de 28 de dezembro de 2009; revoga o Decreto-Lei nº 2.179, de 4 de dezembro de 1984, e dispositivos da Medida Provisória nº 2.174-28, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências;

- Lei nº 11.046, de 27 de dezembro de 2004 — Dispõe sobre a criação de Carreiras e do Plano Especial de Cargos do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e dá outras providências;
- Lei nº 10.871, de 20 de maio de 2004 — Dispõe sobre a criação de carreiras e organização de cargos efetivos das autarquias especiais denominadas Agências Reguladoras e dá outras providências;
- Lei nº 7.886, de 20 de novembro de 1989 — Regulamenta o art. 43 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias e dá outras providências.

Apesar de ainda incipiente, o dever da ANM de mediação de conflitos entre as partes, de atuação na prevenção, de atividade de fiscalização e de utilização do poder de polícia está ainda sendo instrumentalizado, tendo sido publicada resolução sobre a sua forma de atuação, seus parâmetros e maior detalhamento de suas ações:

- Resolução ANM nº 122, de 28 de novembro de 2022 — Dispõe sobre os procedimentos para apuração das infrações, sanções e os valores das multas aplicáveis em decorrência do não cumprimento das obrigações previstas na legislação do setor mineral;
- Resolução ANM nº 136, de 31 de maio de 2023 — Altera a Resolução ANM nº 122/2022, que dispõe sobre os procedimentos para apuração das infrações, sanções e os valores das multas aplicáveis em decorrência do não cumprimento das obrigações previstas na legislação do setor mineral.

Uma importante competência da ANM refere-se também à proteção, fiscalização e controle de barragens, por exemplo, seguindo os atos normativos relevantes a matéria:

- Portaria ANM nº 1.393, de 25 de maio de 2023 — Delega competência para aplicação de sanções referentes à legislação de segurança de barragens de mineração;
- Resolução nº 144, de 10 de julho de 2012 — Estabelece diretrizes para implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens, em atendimento ao art. 20 da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que alterou o art. 35 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997;
- Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020 — Altera: a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB); a Lei nº 7.797, de 10 de julho de 1989, que cria o Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA); a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos; e o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração);
- Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010 — Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à

> disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4º da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000.

A Agência Nacional de Mineração (ANM) deixa disponível para busca e visualização suas normativas, disponibilizando ainda os manuais específicos da ANM para auxiliar o interessado na pesquisa e na atuação em diversas áreas, com os seguintes temas: Agenda Regulatória, Análise de Impacto Regulatório (AIR), Autuação do Processo Eletrônico Cadastro Nacional do Comércio de Diamantes Brutos (CNCD), Autuação do Processo Eletrônico Fiscalização: CPK - Exportação, Autuação do Processo Eletrônico Fiscalização: CPK - Importação, Fiscalização de Barragens de Mineração (2022), Fiscalização de Barragens de Mineração (2018), Guia de Processos e Fluxos de Trabalho, Imissão de Posse, Parcelamentos de Créditos, Procedimento Arrecadatório CFEM, Procedimentos de Cobrança da TAH e Multas, Processos de Participação e Controle Social PPCS, Sistema DIPEM e Sistema Integrado de Gestão de Segurança de Barragens de Mineração (SIGBM).

Atualmente os processos físicos estão sendo migrados para processos eletrônicos, o que facilita o acesso e o acompanhamento das ações. Todo o protocolo já é realizado via processo eletrônico, que possui um Sistema de Controle de Acesso (SCA), local em que são realizados serviços de acesso ao Sistema de Dados Cadastrais e ao protocolo Digital da ANM. Trata-se de serviços que já são executados por meio do GOV.BR, serviço único de autenticação do cidadão para acesso aos serviços públicos digitais do governo federal. O usuário/cidadão cadastrado no GOV.BR acessa o Protocolo Digital da ANM e protocoliza a petição que comunica a ocorrência de nova substância.

Há diversos sistemas de cadastramento *online* de informações técnicas, como a das barragens de contenção de rejeitos de mineração, por meio do preenchimento dos formulários do sistema SIGBM. Listam-se abaixo alguns facilitadores que podem ser todos encontrados no sítio eletrônico da ANM, indicados por assunto:

- ✓ Sistema de Dados Minerários (SDM) — Desenvolvido para permitir a consulta a informações de processos minerários. Facilita o acesso aos dados públicos de maneira ágil e permite aos solicitantes e titulares dos processos minerários o acesso aos dados restritos, desburocratizando e diminuindo etapas de acesso aos autos digitais, que anteriormente precisavam ser solicitados e concedidos por meio de formulários;
- ✓ Cadastramento *online* das informações técnicas e locacionais;
- ✓ Solicitar Aprovação do Rótulo de Água Mineral;
- ✓ Cadastro Nacional do Comércio de Diamantes Brutos (CNCD) — Serviço utilizado por produtores e comerciantes de diamantes brutos. É um serviço de gestão das informações

de produtores e comerciantes realizada por meio de sistema;

- ✓ Controle da Pesquisa Paleontológica (COPAL) – Sistema para realizar a comunicação de extração de espécimes fósseis no sistema COPAL da ANM;
- ✓ Relatório Anual de Lavra – RAL — É uma obrigação exigida pela legislação vigente. O documento deve ser entregue todos os anos à Agência Nacional de Mineração (ANM) por todos os titulares ou arrendatários de títulos de lavra ou guia de utilização que atuam no país, estando em atividade ou não;
- ✓ Requerimento de Cessão Total — Serve para desmembrar Limite da Jazida em Profundidade. Consiste em uma solicitação para fixar o limite da jazida ou mina em profundidade por superfície horizontal quando, a critério da ANM, o(s) desmembramento(s) objetivado(s) não comprometer(em) o racional aproveitamento da jazida ou mina preexistente;
- ✓ Requerimento de Mudança de Regime para Autorização de Pesquisa;
- ✓ Requerimento de mudança de regime para licenciamento mineral — Requerimento que pleiteia a mudança no regime de aproveitamento mineral. O requerimento implicará a abertura de novo processo de requerimento de alvará de pesquisa, de registro de licença ou de permissão de lavra garimpeira, conforme o caso;
- ✓ Requerimento de mudança no regime de aproveitamento mineral — O requerimento implicará na abertura de novo processo de requerimento de alvará de pesquisa, de registro de licença ou de permissão de lavra garimpeira, conforme o caso;
- ✓ Sistema de Arrecadação;
- ✓ Autorização para importar água mineral permite ao interessado importar água mineral para revenda no país, desde que esteja dentro dos padrões pré-estabelecidos pela ANM em normativo próprio. Legislação Portaria DNPM nº 159/1996; RDC 247/2005; RDC 275/2005.
- ✓ Controle de Pesquisa Paleontológica (COPAL) — Autorização para a extração (coleta) de fósseis por pesquisadores vinculados às instituições científicas municipais e privadas, profissionais responsáveis pela execução do programa de salvamento paleontológico e pesquisadores estrangeiros. Decreto-Lei nº 4.146 de 1942. Portaria DNPM 155/2016. Artigos 296 a 320;
- ✓ Requerimento que pleiteia a autorização para pesquisa mineral, em que são executados trabalhos para definição da jazida, sua avaliação e a determinação da exequibilidade de seu aproveitamento econômico;
- ✓ A cessão parcial de direitos minerários — É a transferência negocial de parte da área de um título, de modo que o adquirente (cessionário) exerça posição jurídica idêntica à do antecessor (cedente), assumindo todos os seus direitos e deveres relativos à parte negociada;
- ✓ Requerimento de Lavra Garimpeira — A lavra garimpeira é um regime de extração de substâncias minerais com aproveitamento imediato do jazimento mineral que, por sua natureza, sobretudo seu pequeno volume e a distribuição irregular do bem mineral, não justifica, muitas vezes, investimento em trabalhos de pesquisa, tornando-se, assim, a lavra garimpeira a mais indicada. São considerados como minerais garimpáveis: ouro, diamante, cassiterita, columbita, tantalita, volframita, nas formas aluvionar, eluvional e coluvial, scheelita, demais gemas, rutilo, quartzo, berilo, moscovita, espodumênio, lepidolita, feldspato, mica e outros tipos de ocorrência que vierem a ser indicados a critério da ANM;

- ✓ Obtenção da permissão para realizar extração excepcional antes da portaria de lavra — A guia de utilização é o documento emitido pelo ANM, fundamentado em critérios técnicos, que autoriza, em caráter excepcional, a extração de substâncias minerais em área titulada, antes da outorga da portaria de lavra;
- ✓ Obtenção da permissão para reconhecimento geológico — Requerimento que pleiteia permissão para realização de prospecção aérea, visando obter informações preliminares regionais necessárias à formulação do requerimento de pesquisa;
- ✓ Obtenção do registro de extração mineral — É a autorização para extração de substâncias minerais para emprego imediato na construção civil para uso exclusivo em obras públicas executadas diretamente por órgãos da administração direta e autárquica da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios, de acordo com o definido em portaria do Ministro de Estado de Minas e Energia, sendo proibida sua venda, lavra por terceiros ou transferência para empresas privadas;
- ✓ Renovação do prazo da Permissão de Lavra Garimpeira — A solicitação deverá ser realizada até o último dia do prazo de vigência do título e/ou das renovações obtidas;
- ✓ Obtenção da suspensão temporária dos trabalhos de lavra — Análise técnica de documentação e relatórios apresentados pelo usuário com o intuito de obter a anuência da autoridade competente para a suspensão temporária dos trabalhos de lavra de uma mina. O produto final consiste em um despacho, publicado no Diário Oficial da União, no qual consta se a autoridade competente decidiu a favor ou contra o pleito do usuário, com base em critérios técnicos e legais. Quem pode utilizar este serviço: cidadãos e famílias, empresas mineradoras e pessoas jurídicas de direito privado sem fins lucrativos;
- ✓ A renúncia à concessão de lavra deve ser requerida com a apresentação de relatório dos trabalhos efetuados e do estado da mina e de suas possibilidades futuras, conforme art. 58 do Decreto-Lei nº 227/1967 (Código de Mineração) e Art. 51 do Decreto nº 9.406/201.

1.1.6 Legislação estadual

Aos estados-membros e aos municípios, a Constituição Federal estabeleceu a competência para acompanhar e fiscalizar a exploração mineral em seus territórios, considerando a competência comum estabelecida no art. 23, XI da CF:

> Art. 23. É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios:
> [...]
> XI – registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seus territórios (Brasil, 1988, art. 23).

O intuito constitucional é que os entes federados ajam de forma colaborativa, com possibilidade de firmarem ajustes de cooperação e outros instrumentos, conforme orienta nossa Constituição, com o intuito de facilitar a aproximação das localidades, de nosso extenso território, abrindo-se oportunidade para um atuar em prol da coletividade.

À União compete privativamente legislar sobre “jazidas, minas, outros recursos minerais e metalurgia”, nos termos do inciso XII do art. 22 da CF (Brasil, 1988). De forma concorrente, os estados-membros e os municípios podem legislar sobre “florestas, caça, pesca, fauna, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição”, conforme o art. 24, VI da CF. Assim, a União legisla sobre normas gerais e os demais entes, sobre as suas particularidades.

Considerando a necessidade de compreensão da legislação a partir do sistema constitucional, inicia-se a exposição com trechos da Constituição do estado de Goiás (excertos) (Goiás, 1989):

SEÇÃO II
DAS COMPETÊNCIAS

Art. 4º - Compete ao Estado, sem prejuízo de outras competências que exerça isoladamente ou em comum com a União ou com os Municípios:
I - legislar sobre assuntos de seu interesse e, especialmente, sobre:
[...]
e) exploração dos serviços locais de gás canalizado, de forma direta ou mediante concessão, nos termos da lei;
- Redação dada pela Emenda Constitucional nº 46, de 09-09-2010, D.A. de 09-09-2010.
f) controle, uso e disposição de seus bens.
II - exercer a competência legislativa autorizada pela União mediante lei complementar, sobre questões específicas das matérias relacionadas no art. 22 da Constituição da República.
- Redação dada pela Emenda Constitucional nº 46, de 09-09-2010, D.A. de 09-09-2010.
[...]
Art. 5º - Compete ao Estado:
I - manter relações com as demais unidades da Federação e participar de organizações interestaduais;
II - contribuir para a defesa nacional;
III - decretar intervenção nos Municípios;
IV - elaborar e executar planos estaduais e regionais de ordenação do território e de desenvolvimento econômico e social;
V - organizar seu governo e sua administração, os serviços públicos essenciais e os de utilidade pública, explorando-os diretamente ou mediante concessão, permissão ou autorização ou em colaboração com a União, com outros Estados, com o Distrito Federal ou com os Municípios;
~~VI - exercer controle concorrente ao da União sobre a utilização de radioisótopos para a pesquisa e para usos medicinais, agrícolas, industriais ou para atividades afins;~~
- Revogado pela Emenda Constitucional nº 46, de 09-09-2010, D.A. de 09-09-2010.
VII - exercer controle sobre áreas e condições para o exercício da atividade de garimpagem, objetivando a proteção e preservação do meio ambiente;
VIII - firmar acordos e convênios com a União e demais unidades federadas, com os Municípios e com instituições nacionais e internacionais, para fins de cooperação econômica, cultural, artística, científica e tecnológica;
IX - contrair empréstimos externos e internos, fazer operações e celebrar acordos externos visando ao seu desenvolvimento econômico, científico, tecnológico, cultural e artístico, com prévia autorização legislativa;
X - dispensar às microempresas e às empresas de pequeno porte tratamento jurídico diferenciado;
XI - manter a segurança e a ordem públicas;
XII - assegurar os direitos da pessoa humana;
~~XIII - legislar sobre a divisão e a organização judiciárias.~~
- Revogado pela Emenda Constitucional nº 46, de 09-09-2010, D.A. de 09-09-2010, art. 5, II.

XIV - assegurar, pelo tempo em que tiver exercido a Chefia do Poder Executivo, desde que por prazo superior a três anos, permitida a soma de mandatos, em caso de reeleição, medidas de segurança a ex-governador, a partir do término do respectivo exercício.
- Acrescido pela Ementa Constitucional nº 41, de 04-09-07, D.A. de 05-09-07.
- Regulamentado pelo Decreto nº 7.198, de 29-12-2010.
XV - manter sistema permanente de monitoramento e avaliação de políticas públicas.
- Acrescido pela Emenda Constitucional nº 63, de 04-12-2019.
Art. 6º - Compete ao Estado, em comum com a União e os Municípios:
I - zelar pela guarda da Constituição, das leis e das instituições democráticas e conservar o patrimônio público;
II - cuidar da saúde e assistência pública, da proteção e garantia das pessoas portadoras de deficiência;
III - proteger documentos, obras, monumentos, paisagens naturais, sítios arqueológicos e outros bens de valor histórico, artístico e cultural, impedindo sua evasão, destruição e descaracterização;
IV - proporcionar os meios de acesso à cultura, à educação e à ciência;
V - proteger o meio ambiente, preservar as florestas, a fauna e a flora e combater todas as formas de poluição;
VI - fomentar a produção agropecuária e organizar o abastecimento alimentar;
VII - promover programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico;
VIII - combater as causas da pobreza e da marginalização, promovendo a integração das camadas sociais desfavorecidas;
IX - registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais.
[...]

SEÇÃO III
DOS BENS DO ESTADO

Art. 7º - São bens do Estado os que atualmente lhe pertençam, os que lhe vierem a ser atribuídos e:
I - as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, as decorrentes de obras da União;
II - as ilhas fluviais e lacustres não pertencentes à União;
III - as terras devolutas não compreendidas entre as da União;
IV - os rios que banhem mais de um Município.
Parágrafo único - A lei especificará regras para concessão, cessão, permissão e autorização de uso de bens móveis e imóveis do Poder Público.
- Acrescido pela Emenda Constitucional nº 46, de 09-09-2010, D.A. de 09-09-2010.
[...]

Art. 85. O Plano Diretor, aprovado pela Câmara Municipal, obrigatório para as cidades com mais de vinte mil habitantes, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana.
- Redação dada pela Emenda Constitucional nº 46, de 09-09-2010, D.A. de 09-09-2010.
~~Art. 85 - O Plano Diretor, aprovado pela Câmara Municipal, obrigatório para as áreas urbanas de mais de vinte mil habitantes, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana.~~
- Redação original
§ 1º - A propriedade urbana cumpre a sua função social quando atende às exigências do Plano Diretor, sua utilização respeita a legislação urbanística e não provoca danos ao patrimônio cultural e ambiental.
§ 2º - O Plano Diretor, elaborado por órgão técnico municipal, com a participação de entidades representativas da comunidade, abrangerá a totalidade do território do Município e deverá conter diretrizes de uso e ocupação do solo, zoneamento, índices urbanísticos, áreas de interesse especial e social, diretrizes econômico-financeiras, administrativas, de preservação da natureza e controle ambiental.
§ 3º - Na elaboração do Plano Diretor, devem ser consideradas as condições de riscos geológicos, bem como a localização das jazidas supridoras de materiais de construção e a distribuição, volume e qualidade de águas superficiais e subterrâneas na área urbana e sua respectiva área de influência.
[...]

Art. 87 - No estabelecimento de normas sobre o desenvolvimento urbano, serão observadas as seguintes diretrizes:
I - adequação das políticas de investimento, fiscal e financeira, aos objetivos desta Constituição, especialmente quanto ao sistema viário, habitação e saneamento, garantida a recuperação, pelo poder público, dos investimentos de que resulte valorização de imóveis;
II - urbanização, regularização fundiária e titulação das áreas faveladas e de baixa renda, na forma da lei;
III - preservação, proteção e recuperação do meio ambiente, urbano e cultural;
IV - criação de área de especial interesse urbanístico, social, ambiental, turístico e de utilização pública.
[...]

SEÇÃO III
DOS IMPOSTOS DO ESTADO

Art. 104. Compete ao Estado instituir impostos sobre:
[...]
VIII - não incidirá sobre:- Redação dada pela Emenda Constitucional nº 46, de 09-09-2010, D.A. de 09-09-2010.
[...]
c) o ouro, nas hipóteses definidas no art. 153, § 5º da Constituição da República;
- Redação dada pela Emenda Constitucional nº 46, de 09-09-2010, D.A. de 09-09-2010.
[...]
§ 3º À exceção do imposto de que trata o inciso II do caput deste artigo e observado o que dispõe o § 3º do art. 155 da Constituição da República, nenhum outro imposto poderá incidir sobre operações relativas a energia elétrica, serviços de telecomunicações, derivados de petróleo, combustíveis e minerais do País.
[...]
Art. 107 - Pertencem aos Municípios:
[...]
IV - vinte e cinco por cento do produto da arrecadação do imposto do Estado sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestação de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação;
[...]
VI - 25% (vinte e cinco por cento) dos recursos que o Estado receber, nos termos do §3º do art. 159 da Constituição da República;
Redação dada pela emenda constitucional nº46, de09-09-2010
VII - 70% (setenta por cento) da arrecadação do imposto a que se refere o art. 153, § 5º, inciso II da Constituição da República, quando for o Município de origem;
- Acrescido pela Emenda Constitucional nº 46, de 09-09-2010, D.A. de 09-09-2010.
§ 1º - As parcelas de receita pertencentes aos Municípios, mencionadas nos incisos IV e VI deste artigo, serão creditadas conforme os seguintes critérios:
- Vide Lei Complementar nº 177, de 24-08-2022 (Regulamento)
I - 70% (setenta por cento), na proporção do valor adicionado nas operações relativas à circulação de mercadorias e nas prestações de serviços, realizadas em seus territórios;
- Redação dada pela Emenda Constitucional nº 70, de 07-12-2021, D.O. de 08-12-2021.
II - 10% (dez por cento), distribuído em quotas iguais entre todos os Municípios;- Redação dada pela Emenda Constitucional nº 70, de 07-12-2021, D.O. de 08-12-2021.
[...]
IV - 20% (vinte por cento), distribuídos na proporção do cumprimento de exigências estabelecidas em lei complementar estadual específica, relacionadas com o desempenho da gestão municipal nas áreas de educação, saúde e meio ambiente, sendo:
- Acrescido pela Emenda Constitucional nº 70, de 07-12-2021, D.O. de 08-12-2021.
a) 10% (dez por cento) para educação;
- Acrescida pela Emenda Constitucional nº 70, de 07-12-2021, D.O. de 08-12-2021.
b) 5% (cinco por cento) para saúde; e
- Acrescida pela Emenda Constitucional nº 70, de 07-12-2021, D.O. de 08-12-2021.
c) 5% (cinco por cento) para meio ambiente;
- Acrescida pela Emenda Constitucional nº 70, de 07-12-2021, D.O. de 08-12-2021.

§ 2º - A lei assegurará aos Municípios o direito de audiência e de recurso nos atos de fixação dos índices de que trata o § 1º, inciso I, deste artigo.
§ 3º - O saldo depositado na conta de participação dos Municípios no imposto sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre a prestação de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação, a ser entregue na quinzena seguinte, deverá ser aplicado no mercado financeiro, em operações de curto prazo e em estabelecimento oficial de crédito, sendo o resultado da aplicação incorporado ao principal para repasse aos Municípios.
[...]
Art. 127 - Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo, recuperá-lo e preservá-lo.
§ 1º - Para assegurar a efetividade desse direito, cabe ao Poder Público:
I - preservar a diversidade biológica de espécies e ecossistemas existentes no território goiano;
II - conservar e recuperar o patrimônio geológico, paleontológico, cultural, arqueológico, paisagístico e espeleológico;
III - inserir a educação ambiental em todos os níveis de ensino, promover a conscientização pública para a preservação do meio ambiente e estimular práticas conservacionistas;
IV - assegurar o direito à informação veraz e atualizada em tudo o que disser respeito à qualidade do meio ambiente;
V - controlar e fiscalizar a extração, captura, produção, transporte, comercialização e consumo de animais, vegetais e minerais, bem como a atividade de pessoas e empresas dedicadas à pesquisa e à manipulação de material genético;
VI - controlar e fiscalizar a produção, comercialização, transporte, estocagem e uso de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida e o meio ambiente;
VII - promover e estimular a pesquisa e a utilização de alternativas tecnológicas adequadas à solução dos problemas de produção de energia, controle de pragas e utilização dos recursos naturais.
§ 2º - O Estado destinará, no orçamento anual, recursos para manutenção dos parques estaduais, estações ecológicas e áreas de preservação permanente do meio ambiente e dos ecossistemas.
[...]

CAPÍTULO V

DA PROTEÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS E DA PRESERVAÇÃO DO MEIO AMBIENTE

- Vide Lei nº 20.694, de 26-12-2019,
Lei nº 18.104, de 18-07-2013.;
Lei nº 13.025, de 13-01-1997, D.O. de 17-01-1997;
Lei nº 13.123, de 16-07-1997, D.O. de 22-07-1997;
e Lei Complementar nº 20, de 10-12-1996, D.O. de 13-12-1996.

Art. 127 - Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo, recuperá-lo e preservá-lo.
§ 1º - Para assegurar a efetividade desse direito, cabe ao Poder Público:
I - preservar a diversidade biológica de espécies e ecossistemas existentes no território goiano;
II - conservar e recuperar o patrimônio geológico, paleontológico, cultural, arqueológico, paisagístico e espeleológico;
III - inserir a educação ambiental em todos os níveis de ensino, promover a conscientização pública para a preservação do meio ambiente e estimular práticas conservacionistas;
IV - assegurar o direito à informação veraz e atualizada em tudo o que disser respeito à qualidade do meio ambiente;
V - controlar e fiscalizar a extração, captura, produção, transporte, comercialização e consumo de animais, vegetais e minerais, bem como a atividade de pessoas e empresas dedicadas à pesquisa e à manipulação de material genético;
VI - controlar e fiscalizar a produção, comercialização, transporte, estocagem e uso de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida e o meio ambiente;

VII -promover e estimular a pesquisa e a utilização de alternativas tecnológicas adequadas à solução dos problemas de produção de energia, controle de pragas e utilização dos recursos naturais.
§ 2º - O Estado destinará, no orçamento anual, recursos para manutenção dos parques estaduais, estações ecológicas e áreas de preservação permanente do meio ambiente e dos ecossistemas.
[...]
Art. 128 - Para promover, de forma eficaz, a preservação da diversidade biológica, cumpre ao Estado:
I - criar unidades de preservação, assegurando a integridade de no mínimo vinte por cento do seu território e a representatividade de todos os tipos de ecossistemas nele existentes;
II - promover a regeneração de áreas degradadas de interesse ecológico, objetivando especialmente a proteção de terrenos erosivos e de recursos hídricos, bem como a conservação de índices mínimos de cobertura vegetal;
III - proteger as espécies ameaçadas de extinção, assim caracterizadas pelos meios científicos;
IV - estimular, mediante incentivos creditícios e fiscais, a criação e a manutenção de unidades privadas de preservação;
V - estabelecer, sempre que necessário, áreas sujeitas a restrições de uso;
VI - exigir a utilização de práticas conservacionistas que assegurem a potencialidade produtiva do solo e coibir o uso das queimadas como técnica de manejo agrícola ou com outras finalidades ecologicamente inadequadas.
Parágrafo único - Ficam vedadas, na forma da lei, a pesca e a caça predatória e nos períodos de reprodução, bem como a apreensão e comercialização de animais silvestres, no território goiano, que não provenham de criatórios autorizados.
Art. 129 - Os imóveis rurais manterão pelo menos vinte por cento de sua área total com cobertura vegetal nativa, para preservação da fauna e flora autóctones, obedecido o seguinte:
I - as reservas legais deverão ser delimitadas e registradas no órgão competente do Poder Executivo, podendo ser remanejadas, na forma da lei, vedada sua redução em qualquer caso. - Redação dada pela Emenda Constitucional nº 49, de 11-12-2012.
II - o Poder Público realizará inventários e mapeamentos necessários para atender às medidas preconizadas neste artigo.
[...]
Art. 130 - O Estado e os Municípios criarão unidades de conservação destinadas a proteger as nascentes e cursos de mananciais que:
I - sirvam ao abastecimento público;
II - tenham parte do seu leito em áreas legalmente protegidas por unidade de conservação federal, estadual ou municipal;
III - constituam, no todo ou em parte, ecossistemas sensíveis, a critério do órgão estadual competente.
§ 1º - A lei estabelecerá as condições de uso e ocupação, ou sua proibição, quando isso implicar impacto ambiental negativo, das planícies de inundação ou fundos de vales, incluindo as respectivas nascentes e as vertentes com declives superiores a quarenta e cinco por cento.
§ 2º - A vegetação das áreas marginais dos cursos d'água, nascentes e margens de lago e topos de morro, numa extensão que será definida em lei, é considerada de preservação permanente, sendo obrigatória sua recomposição onde for necessário.
§ 3º - É vedado o desmatamento até a distância de vinte metros das margens dos rios, córregos e cursos d'água.
Art. 131 - O Estado manterá Sistema de Prevenção e Controle da Poluição Ambiental, objetivando atingir padrões de qualidade admitidos pela Organização Mundial de Saúde.
§ 1º - Os resíduos radioativos, as embalagens de produtos tóxicos, o lixo hospitalar e os demais rejeitos perigosos deverão ter destino definido em lei, respeitados os critérios científicos.
§ 2º - Fica proibida a instalação de usinas nucleares, bem como a produção, armazenamento e transporte de armas nucleares de qualquer tipo no território goiano.
§ 3º - Ficam proibidas a produção, transporte, comercialização, estocagem e a introdução no meio ambiente de substâncias carcinogênicas, mutagênicas e teratogênicas, devendo o Poder Executivo divulgar periodicamente a relação dessas substâncias proibidas.

§ 4º - O Estado criará mecanismos para o controle das atividades que utilizem produtos florestais e de fomento ao reflorestamento, para minimizar o impacto da exploração dos adensamentos vegetais nativos.
Art. 132 - O Estado criará organismo, com nível de Secretaria de Estado, para formulação, avaliação periódica e execução da política ambiental, cabendo-lhe apreciar:
I - o zoneamento agro-econômico-ecológico do Estado;
II - os planos estaduais de saneamento básico, de gerenciamento de recursos hídricos e minerais, de conservação e recuperação do solo, de áreas de conservação obrigatória;
III - o Sistema de Prevenção e Controle de Poluição Ambiental.
§ 1º - Constituirão recursos para formação do Fundo Estadual do Meio Ambiente os previstos no orçamento estadual e a totalidade dos oriundos das licenças, taxas, tarifas e multas impostas no controle ambiental, excetuados os devidos a Municípios.
§ 2º - Lei complementar estabelecerá os casos de consulta obrigatória ao organismo previsto neste artigo, quando da elaboração de políticas estaduais que o afetem e as diretrizes para o controle, gestão e fiscalização do Fundo Estadual do Meio Ambiente e para programas de pesquisa e desenvolvimento tecnológico orientados para a solução de problemas ambientais.
§ 3º - Todo projeto, programa ou obra, público ou privado, bem como a urbanização de qualquer área, de cuja implantação decorrer significativa alteração do ambiente, está sujeito à aprovação prévia do Relatório de Impacto Ambiental, pelo órgão competente, que lhe dará publicidade e o submeterá à audiência pública, nos termos definidos em lei.
§ 4º - É vedada a concessão de incentivos ou isenções tributárias a atividades agropecuárias, industriais ou outras, efetiva ou potencialmente poluidoras, quando não exercidas de acordo com as normas de proteção ambiental.
[...]

TÍTULO VI
DA ORDEM ECONÔMICA E SOCIAL

CAPÍTULO I
Da Política de Desenvolvimento

[...]

SEÇÃO II
DA POLÍTICA AGRÍCOLA E FUNDIÁRIA

- Redação dada pela Emenda Constitucional nº 46, de 09-09-2010, D.A. de 09-09-2010, art. 2º, I.

Art. 137. O Estado adotará política integrada de fomento e estímulo à produção agropastoril, nos termos do art. 187 da Constituição da República, por meio de assistência tecnológica e de crédito rural, organizando o abastecimento alimentar, objetivando sobretudo o atendimento do mercado interno. - Redação dada pela Emenda Constitucional nº 46, de 09-09-2010, D.A. de 09-09-2010.
§ 1º - Os órgãos estaduais de pesquisa buscarão aperfeiçoar sistemas de produção consorciada e integrada segundo as condições e necessidades dos pequenos produtores, bem como recuperar e desenvolver técnicas e métodos alternativos, tanto de produção, quanto de controle de pragas e doenças, cuidando que não agridam o ambiente e o homem.
§ 2º - A política de desenvolvimento rural desdobrar-se-á conforme as diferentes regiões de produção, observando sua diversificação e especialização.
§ 3º - Incluem-se no planejamento agrícola as atividades agroindustriais, pesqueiras e florestais.
§ 4º O Estado proporcionará atendimento ao pequeno e médio produtor e à sua família, visando à melhoria das condições de vida e à fixação do homem na zona rural, implantando justiça social e garantindo o desenvolvimento econômico e técnico dos produtores e trabalhadores rurais.
- Redação dada pela Emenda Constitucional nº 46, de 09-09-2010, D.A. de 09-09-2010.
[...]

SEÇÃO III
DOS RECURSOS HÍDRICOS E MINERAIS

- Vide Lei nº 11.414, de 22-01-1991, D.O. 28-01-1991, e Lei nº 13123, de 16-07-1997, D.O. 22-07-1997.

Art. 140. O Estado elaborará e manterá atualizado Plano Estadual de Recursos Hídricos e Minerais, em conformidade com o Sistema Nacional de Gerenciamento, e

instituirá sistema de gestão por organismos estaduais e municipais e pela sociedade civil, bem como assegurará recursos financeiros e mecanismos institucionais necessários para garantir: - Redação dada pela Emenda Constitucional nº 46, de 09-09-2010, D.A. de 09-09-2010.
I - a utilização racional das águas superficiais e subterrâneas;
II - o aproveitamento múltiplo dos recursos hídricos e rateio dos custos das respectivas obras, na forma da lei;
III - a proteção das águas contra ações que possam comprometer o seu uso atual ou futuro;
IV - a defesa contra eventos críticos que ofereçam riscos à saúde e segurança públicas e prejuízos econômicos ou sociais;
V - a proteção dos recursos hídricos, impedindo a degradação dos depósitos aluviais, o emprego de produtos tóxicos por atividades de garimpagem e outras ações que possam comprometer suas condições físicas, químicas ou biológicas, bem como seu uso no abastecimento.
§ 1º - O produto dos recursos financeiros recolhidos ao Estado, resultante de sua participação na exploração mineral e de potenciais hidroenergéticos executados em Goiás, ou da compensação financeira correspondente, nos termos da lei federal, será aplicado, preferencialmente, no desenvolvimento do setor mineral e em atividades de gestão dos recursos hídricos e dos serviços e obras hidráulicas de interesse comum, previstos no Plano Estadual de Recursos Hídricos e Minerais.
§ 2º - Todo aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o ambiente degradado, de acordo com a solução técnica exigida pelo órgão competente, na forma da lei.
[...]
Art. 141 - O Estado adotará política de fomento à mineração, através de assistência científica e tecnológica aos pequenos e médios mineradores e programas especiais para o setor mineral, alocando recursos continuados, nas leis de diretrizes orçamentárias e nos orçamentos anuais e plurianuais, para seu desenvolvimento. - Vide Lei nº 13.590, de 17-01-2000, D.O. 20-01-2000.
Parágrafo único - Os programas para o setor mineral contemplarão a definição de novas reservas minerais, seu aproveitamento econômico e o aumento gradativo da produção mineral, com ênfase para a integração vertical com a indústria de transformação de bens minerais.

SEÇÃO IV
DA POLÍTICA DE INDÚSTRIA E DE COMÉRCIO

Art. 142. O Estado adotará política de fomento à indústria e ao comércio, de incentivo e apoio à empresa de pequeno porte constituída sob as leis brasileiras, por meio de planos e programas de desenvolvimento integrado e crédito especializado, visando assegurar a livre concorrência, a defesa do consumidor, a qualidade da vida e do meio ambiente e a busca do pleno emprego. - Redação dada pela Emenda Constitucional nº 46, de 09-09-2010, D.A. de 09-09-2010.

SEÇÃO V
DO INCENTIVO AO TURISMO

Art. 143 - O Estado e os Municípios promoverão e incentivarão o turismo como fator de desenvolvimento sócio-econômico, cuidando, especialmente, da proteção ao patrimônio ambiental e da responsabilidade por dano ao meio ambiente, a bens de valor artístico, histórico, cultural, turístico e paisagístico.
[...]

SUBSEÇÃO II
DA SAÚDE

- Vide Lei nº 16.140, de 02-10-2007, que dispõe sobre o Sistema Único de Saúde - SUS.
Art. 152 - A saúde é direito de todos e dever do Estado, assegurada mediante políticas sociais e econômicas que visem à eliminação do risco de doenças, à prevenção de deficiências e a outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e aos serviços para a sua promoção, proteção e recuperação.
§ 1º - O direito à saúde pressupõe:
I - condições dignas de trabalho, saneamento básico compatível com necessidades de todos, moradia, alimentação, educação, transporte, lazer, liberdade, renda, segurança individual e coletiva;

II - respeito ao meio ambiente e controle da poluição ambiental;
III - acesso a todas as informações que interessem à sua preservação;
[...]
Art. 153 - Ao sistema unificado e descentralizado de saúde compete, além de outras atribuições:
[...]
VII - colaborar para a proteção do meio-ambiente, nele compreendida a do trabalho, bem como participar da formação da política e execução das ações de saneamento básico;
[...]

CAPÍTULO IV
DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA
- Vide Lei Complementar nº 01, de 19-12-1989, D.O. de 27-12-1989
Art. 167 - O Estado, visando ao bem-estar da população, promoverá e incentivará o desenvolvimento e a capacitação científica e tecnológica, com prioridade à pesquisa e à difusão do conhecimento tecno-científico.
§ 1º - A política científica e tecnológica tomará como princípios o respeito à vida e à saúde humana, o aproveitamento racional e não predatório dos recursos naturais, a preservação e a recuperação do meio ambiente, bem como o respeito aos valores culturais do povo.
[...]

ATO DAS DISPOSIÇÕES CONSTITUCIONAIS TRANSITÓRIAS
[...]
Art. 11 - Até que a lei estabeleça as condições de amparo às cooperativas e associações de garimpeiros, inclusive visando à recuperação do meio ambiente afetado por sua atividade, o Poder Executivo apoiará as iniciativas dessas entidades no sentido de compatibilizar seus interesses legítimos com os superiores interesses da sociedade (Goiás, 1989).

A partir da lente da Constituição Federal, a percepção da legislação do estado de Goiás, relacionada à temática de mineração, perpassa a compreensão da organização administrativa estadual sobre o assunto. Logo, espera-se que os interessados no estratégico setor da mineração compreendam de forma clara sua estrutura interna, modos de cooperação entre os entes federados, atuação e competência de cada órgão e estrutura organizacional existente. Nesse sentido, indica-se parte da legislação referente à temática:

- Lei nº 21.792, de 16 de fevereiro de 2023 — Estabelece a organização administrativa básica do Poder Executivo e dá outras providências (excertos):

Seção XV
Da Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Serviços (Regulamento)
Art. 46. À SIC competem:
I – o planejamento, a formulação, a coordenação e a execução das políticas estaduais para o desenvolvimento da indústria, do comércio e dos serviços;
~~II – a formulação da política dos distritos agroindustriais;~~ - Revogado pela Lei nº 21.882, de 24-04-2023, art. 42.
III – a formulação e a execução da política estadual de atração de investimentos nacionais e internacionais, prospecção e apoio ao investidor;
IV – a formulação e a execução de políticas públicas relacionadas ao comércio exterior, as negociações internacionais e à articulação com agências governamentais estrangeiras, também a coordenação das ações no nível internacional destinadas aos programas e aos projetos do setor público estadual;
V – a formulação e a execução da política estadual de desenvolvimento regional, com serviços, atividades e obras, para o desenvolvimento de todas as regiões do Estado;

> VI – a formulação da política pública do setor de minas;
> VII – a orientação e o assessoramento técnico dos projetos que tratem de parceria público-privada (PPP), concessão, permissão de uso ou exploração de bens e serviços públicos estaduais, excetuados os bens imóveis estaduais, sob competência da SEAD, bem como aqueles sob a competência da SEINFRA;
> VIII – a promoção e a divulgação das oportunidades de negócios e investimentos produtivos em Goiás; e
> IX – a celebração de protocolos de intenções dentro de suas competências.
> Art. 47. Integram a SIC, como órgãos colegiados:
> I – o Conselho Estadual de Mineração, Recursos Minerais e Geologia;
> II – o Conselho Deliberativo do Programa de Desenvolvimento Industrial de Goiás – PRODUZIR;
> III - o Conselho Deliberativo do Fundo de Participação e Fomento à Industrialização do Estado de Goiás – FOMENTAR; e
> IV – o Conselho Superior de Desenvolvimento Industrial, Comercial e de Serviços do Estado de Goiás (Goiás, 1989, Seção XV).

O Decreto nº 9.554, de 14 de novembro de 2019, que aprova o Regulamento da Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Serviços (SIC) e dá outras providências, é de suma importância, pois detalha competências e atribuições dos órgãos ligados ao setor mineral, sendo pertinente expor os excertos que falam sobre a atividade minerária:

> Art. 2º Compete à Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Serviços - SIC:
> I - a formulação e a execução das políticas estaduais de desenvolvimento da indústria, do comércio e dos serviços;
> II - a formulação da política de turismo do Estado;
> III - a administração dos distritos agroindustriais;
> IV - o acompanhamento dos programas de financiamento junto ao setor produtivo do centro-oeste;
> V - a formulação e execução da política estadual de atração de investimentos nacionais e internacionais, prospecção e apoio ao investidor;
> VI - a formulação e execução de políticas públicas relacionadas a comércio exterior, negociações internacionais, articulação com agências governamentais estrangeiras, bem como a coordenação das ações em nível internacional, destinadas aos programas e projetos do setor público estadual;
> VII - a formulação e execução da política estadual de desenvolvimento regional, com serviços, atividades e obras, visando ao desenvolvimento de todas as regiões do Estado;
> VIII - a formulação e execução da política estadual do microcrédito;
> .....
> X - a formulação das diretrizes para o planejamento do setor de minas;
> XI - a coordenação, a orientação e a supervisão dos projetos que tratem de Parceria Público Privada - PPP, concessão, permissão de uso ou exploração de bens e serviços públicos estaduais. - Redação dada pelo Decreto nº 9.756, de 30-11-2020. (Goiás, 2019, art. 2º).

Todas as competências da SIC são importantes e conversam entre si de forma mais próxima, considerando que a indústria da mineração é um setor altamente especializado e de alto custo para sua execução. Tal fator amplifica a necessidade da atuação estatal tanto para promoção da melhor condução ao interesse público quanto para o desenvolvimento sustentável em todas as etapas da mineração.

O estado pode, inclusive, procurar convergências entre as políticas públicas, sendo oportuno à SIC, por exemplo, auxiliar no acompanhamento dos relatórios de fechamento de mina dos

empreendimentos minerários. Estes devem ser atualizados constantemente, em paralelo ao acompanhamento e à avaliação das políticas públicas minerais ligadas ao turismo das municipalidades. Eis uma alternativa de rota de percurso à atuação cooperada que o estado de Goiás pode promover no acompanhamento, execução e avaliação da política pública ligada ao setor mineral.

Novamente, aponta-se a necessidade de diálogo com as políticas públicas de outros bens públicos, como a de recursos hídricos.

Continuamos a expor trechos do Decreto nº 9.554, de 14 de novembro de 2019:

> Art. 3º As unidades administrativas que constituem a estrutura básica e complementar da Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Serviços - SIC, são as seguintes:
> I - órgãos colegiados:
> [...]
> d) Conselho Estadual de Mineração, Recursos Minerais e Geologia;
> II - Unidades da estrutura:
> [...]
> 3. Superintendência de Mineração:
> 3.1. Gerência de Fomento Financeiro à Mineração;
> 3.2. Gerência de Cooperação Técnica;
> 3.3. Gerência de Desenvolvimento de Áreas Mineradas;
> 3.4. Gerência de Apoio ao CDE/FCO; e
> - Acrescido pelo Decreto nº 9.756, de 30-11-2020.
> 3.5. Gerência de Financiamento e Microcrédito;
> - Acrescido pelo Decreto nº 9.756, de 30-11-2020.
> e) Subsecretaria de Empreendedorismo e Geração de Renda;
> [...]
>
> CAPÍTULO V
> DO CONSELHO ESTADUAL DE MINERAÇÃO, RECURSOS MINERAIS E GEOLOGIA
>
> Art. 9º Ao Conselho Estadual de Mineração, Recursos Minerais e Geologia, observado o disposto no art. 2º, do Decreto nº 9.098, de 30 de novembro de 2017 compete:
> I - apreciar os projetos e as atividades a serem desenvolvidos e financiados com recursos do Fundo de Fomento à Mineração - FUNMINERAL;
> II - aprovar diretrizes e normas para o funcionamento do FUNMINERAL;
> III - autorizar convênios, contratos, acordos, ajustes e parcerias a serem firmados pelo FUNMINERAL com órgãos e/ou entidades públicas ou privadas, nacionais, estrangeiras, multinacionais e outros;
> IV - aprovar, em consonância com as normas legais vigentes, as diretrizes deliberadas para a formação do plano plurianual do Estado, bem como da proposta orçamentária anual do FUNMINERAL;
> V - aprovar e encaminhar ao Tribunal de Contas do Estado a prestação de contas do FUNMINERAL, na forma de lei;
> VI - fixar normas para concessão de financiamento com recursos do FUNMINERAL;
> VII - relacionar as atividades econômicas e minerárias prioritárias para o Estado de Goiás, revisando-as e atualizando-as sempre que necessário;
> VIII - apreciar, discutir e aprovar, em última instância, os projetos de viabilidade técnica e econômico-financeira apresentados pelos interessados na obtenção de financiamento do FUNMINERAL;
> IX - aprovar a concessão de financiamento com os recursos do FUNMINERAL;
> X - autorizar a realização de auditagem em qualquer empreendimento financiado com recursos do FUNMINERAL, desde que requerida por membro do Conselho;
> XI - determinar a paralisação da execução do financiamento, em qualquer fase, ante a constatação de irregularidade ou dissonância com o projeto aprovado;
> XII - participar da formulação das diretrizes e metas da política mineral do Estado de

Goiás;
XIII - opinar na elaboração dos planos plurianuais, das leis de diretrizes orçamentárias e dos orçamentos de investimentos, no tocante aos programas para os setores de geologia e recursos minerais;
XIV - acompanhar e avaliar atividades atinentes ao planejamento e à execução dos planos, programas e projetos de geologia e recursos minerais desenvolvidos por instituições mantidas pelo Estado de Goiás, opinando e sugerindo providências;
XV - promover articulação entre os órgãos estaduais que atuem em geologia e recursos minerais, gestão, planejamento, regulação e economia, meio ambiente e infraestrutura e as entidades da sociedade civil goiana, visando ao desenvolvimento econômico e social do Estado de Goiás;
XVI - promover articulação com instituições dos governos federal, municipal e de outros estados, bem como a participação nas discussões sobre a formulação e implementação de políticas e programas nacionais, tendo em vista os interesses do Estado de Goiás e de seus municípios nessas áreas, bem como na formulação conjunta de planos, programas e projetos de interesse da geologia e dos recursos minerais;
XVII - deliberar acerca da proposta do plano estadual de recursos minerais a ser enviada pelo Poder Executivo à Assembleia Legislativa do Estado de Goiás;
XVIII - analisar e sugerir alterações necessárias na legislação estadual, mediante apresentação de estudos detalhados, objetivando a manutenção da competitividade nos mercados interno e externo;
XIX - analisar e sugerir medidas para questões relevantes que possam afetar diretamente o desenvolvimento sustentável dos setores da geologia, mineração e do complexo da indústria de transformação mineral;
XX - sugerir medidas de incentivo e apoio à pesquisa científica e tecnológica relativa à geologia e mineração quanto à utilização de recursos minerais, visando a agregar valores e novas aplicações;
XXI - sugerir programas de desenvolvimento, observados os limites da competência do Estado de Goiás;
XXII - articular a concessão de recursos públicos e/ou privados, para apoio a programas e projetos relacionados com os setores de geologia e recursos minerais, em conjunto com a Secretaria de Indústria, Comércio e Serviços/Subsecretaria de Fomento e Competitividade, através da Superintendência de Mineração;
XXIII - aprovar seu regimento interno; e
XXIV - exercer outras atividades que lhe forem atribuídas.
[...]

Seção III
Da Superintendência de Mineração

Art. 46. Compete à Superintendência de Mineração:
I - formular, executar e avaliar as políticas públicas de geologia, mineração e transformação mineral, com base nas diretrizes elaboradas pelo Conselho Estadual de Mineração, Recursos Minerais e Geologia;
II - promover a elaboração e execução do Plano Estadual de Recursos Minerais;
III - promover e apoiar a articulação dos setores de geologia, mineração e transformação mineral no Estado de Goiás;
IV - coordenar o planejamento setorial, propondo ações para o desenvolvimento sustentável da mineração e transformação mineral;
V - promover a geração e disponibilização de dados e informações geológicas, através do contínuo e sistemático estudo do solo, subsolo e de seus bens minerais, aplicáveis à gestão do uso e ocupação do meio físico, zoneamento econômico, descoberta e avaliação de novas jazidas;
VI - buscar e implementar soluções em tecnologias minerais aplicáveis ao desenvolvimento sustentável da indústria mineral e à agregação de valores aos produtos minerais goianos, bem como ao incremento da verticalização industrial da produção mineral do Estado de Goiás;
VII - identificar, delinear e divulgar as oportunidades de investimentos relacionadas aos bens minerais de Goiás, através de estudos e serviços prospectivos de pesquisa mineral, análises químicas e tecnologia mineral;
VIII - apoiar estudos científicos e tecnológicos relativos à geologia, ao meio físico e aos recursos minerais e hídricos;
IX - acompanhar e controlar as atividades de mineração no Estado, incentivando a regularização dos garimpeiros e mineradores não detentores de alvarás de pesquisas e

extração mineral, através do extensionismo mineral e dos arranjos produtivos locais de base mineral;
X - fomentar e apoiar as atividades de gemologia, joalheria e artesanato mineral, atendendo micro, pequenos e médios empresários do setor;
XI - promover a realização de cursos, treinamentos, capacitação e qualificação de mão de obra especializada para o setor de geologia e mineração, bem como a capacitação na gestão e execução de projetos do setor mineral;
XII - promover o fomento financeiro das atividades minerais através do FUNMINERAL e/ou fundos de investimento em mineração no Estado de Goiás;
XIII - formular as políticas públicas voltadas para a maior participação da indústria estadual de bens e serviços no setor de geologia e mineração; e
XIV - realizar outras atividades correlatas.
Parágrafo único. Além das competências constantes no *caput*, compete à Superintendência de Mineração exercer as funções de organização, coordenação e supervisão técnica das seguintes gerências:
I - Gerência de Fomento Financeiro à Mineração;
II - Gerência de Cooperação Técnica;
III - Gerência de Desenvolvimento de Áreas Mineradas;
IV - Gerência de Apoio ao CDE/FCO; e
- Acrescido pelo Decreto nº 9.756, de 30-11-2020.
V - Gerência de Financiamento e Microcrédito.
- Acrescido pelo Decreto nº 9.756, de 30-11-2020.

Subseção I
Da Gerência de Fomento Financeiro à Mineração

Art. 47. Compete à Gerência de Fomento Financeiro à Mineração:
I - coordenar a execução do programa, ações e projetos de fomento financeiro às atividades da cadeia produtiva mineral, relacionadas aos financiamentos com recursos do FUNMINERAL;
II - organizar o fluxo de informações aos interessados em financiamento do FUNMINERAL, garantindo a eficácia dos mecanismos de transmissão, e recebimento de solicitações de financiamento e cartas-consulta;
III - gerenciar as atividades de análise de viabilidade, vistorias, auditorias e emissão de relatórios inerentes aos processos de financiamento, bem como prestar assessoria nas reuniões do Conselho Estadual de Mineração, Recursos Minerais e Geologia - COMGEO;
IV - coordenar o trâmite de documentos e relatórios referentes ao cadastro, análise financeira e aprovação das solicitações de financiamento com recursos do FUNMINERAL;
V - monitorar a movimentação financeira gerada com a liberação, recebimento e retorno dos recursos investidos pelo FUNMINERAL;
VI - pesquisar e propor ao COMGEO, atualizações na legislação, nas modalidades de financiamento e inovação na gestão dos investimentos efetuados com recursos do FUNMINERAL; e
VII - realizar outras atividades correlatas.

Subseção II
Da Gerência de Cooperação Técnica

Art. 48. Compete à Gerência de Cooperação Técnica:
I - atuar junto às entidades privadas e órgãos da administração pública, buscando a ação conjunta na fiscalização da arrecadação e aplicação dos *royalties* da mineração;
II - gerir os acordos de Cooperação Técnica, garantindo a efetividade das ações, projetos, planos e programas plurianuais, necessários à aplicação do Plano Estadual de Recursos Minerais;
III - participar e propor parcerias com órgãos e organismos governamentais e não governamentais em pesquisas que promovam o desenvolvimento tecnológico ou científico, aplicáveis à sustentabilidade da indústria mineral e à agregação de valores aos produtos minerais;
IV - estabelecer um plano de cooperação com instituições públicas, acadêmicas e da iniciativa privada, visando disseminar informações geológicas atualizadas, garantindo

um roteiro seguro aos investidores e empreendedores em mineração no Estado de Goiás; e
V - realizar outras atividades correlatas.

Subseção III
Da Gerência de Desenvolvimento de Áreas Mineradas

Art. 49. Compete à Gerência de Desenvolvimento de Áreas Mineradas:
I - gerenciar todas as atividades de levantamentos geológicos, geoquímicos, geofísicos, prospecção mineral, pesquisa mineral, tecnologia mineral e lavra de recursos minerais, de modo a ampliar o conhecimento de Geologia, de Geoquímica, de Geofísica, de Geomorfologia e dos recursos minerais goianos;
II - coordenar o estudo e a pesquisa de novas oportunidades de investimentos no setor mineral goiano;
III - coordenar a pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias que agreguem valor aos recursos minerais goianos;
IV - acompanhar a lavra de recursos minerais desde o seu início ou reinício, de forma a fiscalizar o processo de fechamento de mina, inclusive do ponto de vista financeiro, objetivando manter as autoridades estaduais, principalmente, as ambientais, bem informadas e prontas para atuar, se necessário;
V - acompanhar o processo de licenciamento ambiental das minas, cooperando como autoridade estadual do setor mineral, agindo no sentido da rapidez dos processos e mediar conflitos, se necessário;
VI - agir como cofiscalizador do licenciamento e da fiscalização das atividades minerárias, mantendo a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável e a Secretaria de Estado da Economia bem informadas, de forma a atuarem com rapidez e precisão na defesa dos interesses do povo goiano;
VII - participar das audiências do empresariado mineral e instituições que compõem o setor mineral, realizadas com as instituições públicas e privadas, lavrando a necessária ata que será enviada ao Superintende de Mineração e ao Secretário de Estado de Indústria, comércio e Serviços para conhecimento e eventuais providências, se necessário;
VIII - fiscalizar, mediante termo de cooperação técnica com a União, os direitos minerários em território goiano, agindo nos termos da legislação vigente;
IX - fiscalizar, mediante termo de cooperação técnica com a União, as barragens de rejeitos de mineração no seu território, desde sua construção até o seu comissionamento;
X - fiscalizar o pagamento de *royalties* referentes à transferência de direitos minerários do Estado, para os empresários do setor mineral;
XI - executar as vistorias relativas aos empreendimentos financiados pelo FUNMINERAL; e
XII - realizar outras atividades correlatas.

Seção III
Do Superintendente de Mineração

Art. 70. São atribuições do Superintendente de Mineração:
I - exercer a administração geral das unidades administrativas vinculadas à Superintendência de Mineração, zelando pelo cumprimento de suas disposições regulamentares, bem como praticando os atos de gestão administrativa no âmbito de sua atuação;
II - estabelecer diretrizes gerais acerca dos trabalhos inerentes às unidades que lhe são subordinadas;
III - coordenar o planejamento, a implementação, o controle e a avaliação das ações estratégicas e operacionais das unidades administrativas que lhe são subordinadas;
IV - administrar a execução das políticas públicas de geologia e mineração em articulação com o Conselho de Geologia e Recursos Minerais;
V - promover a organização, atualização e disponibilização de informações, bem como acompanhar a realização de estudos científicos e tecnológicos relativos à geologia, ao meio físico e recursos minerais e hídricos;
VI - promover ações para divulgar as potencialidades e atrair investimentos para as áreas de geologia e mineração do Estado de Goiás;

> VII - exercer as atribuições relativas à Secretaria-Executiva do FUNMINERAL conforme previsto em regulamento próprio;
> VIII - promover soluções em tecnologias minerais aplicáveis ao desenvolvimento sustentável da indústria mineral e à agregação de valores aos produtos goianos, bem como ao incremento da verticalização industrial da produção mineral do Estado de Goiás;
> IX - submeter à consideração do Subsecretário de Fomento e Competitividade os assuntos que excedam a sua competência;
> X - delegar atribuições específicas do seu cargo, com conhecimento prévio do Subsecretário de Fomento e Competitividade, observados os limites estabelecidos em lei e atos regulamentares; e
> XI - outras compatíveis com o cargo e as determinadas pelo Subsecretário de Fomento e Competitividade (Goiás, 2019).

O Decreto nº 9.098, de 30 de novembro de 2017, dispõe sobre o Conselho Estadual de Mineração, Recursos Minerais e Geologia (COMGEO) e dá outras providências, estabelecendo as competências e detalhamentos desse importante conselho para o nosso estado.

A legislação tributária do estado de Goiás referente ao setor mineral é mais restrita, tendo em vista a competência normativa. Entretanto, como explicitado anteriormente no tópico da legislação tributária nacional, podem incidir diversos tributos de competência estadual de forma indireta no atuar da exploração do setor mineral, como o Imposto de Propriedade Veicular (IPVA) de veículos utilizados para o setor mineral.

Novamente, aqui esclarecemos a impossibilidade de listarmos todo o universo de legislações e normativas que fazem interface com o setor mineral, porém apresenta-se uma tentativa de mostrar os mais importantes normativos, com algumas explicações para facilitar a pesquisa e a compreensão desse estratégico setor econômico.

Toda a legislação tributária do estado de Goiás encontra-se disponibilizada, de forma detalhada e atualizada no sítio eletrônico da Secretaria de Estado da Economia do Estado de Goiás: Legislação Tributária disponibilizada pela Secretaria de Estado da Economia.

- Lei nº 11.651, de 26 de dezembro de 1991 — Institui o Código Tributário do Estado de Goiás.

Sobre a cobrança de taxa de fiscalização pela exploração de recursos minerais, temos a seguinte lei estadual:

- Lei nº 20.942, de 29 de dezembro de 2020 — Institui a Taxa de Controle sobre as Atividades de Pesquisa, Lavra, Exploração e Aproveitamento de Recursos Minerais (TRM) e o Cadastro Estadual de Controle, Acompanhamento e Fiscalização das Atividades de Pesquisa, Lavra, Exploração e Aproveitamento de Recursos Minerais (CERM) no estado de Goiás e dá outras providências.

Apesar de existirem diversos questionamentos judiciais a respeito da possibilidade ou não de instituição pelos estados-membros de taxas de controle, monitoramento e fiscalização das atividades de pesquisa, lavra, exploração e aproveitamento de recursos minerais, essa matéria também foi discutida no Supremo Tribunal Federal (STF) nos julgamentos das Ações Diretas de Inconstitucionalidade (ADIs) 4785, 4786 e 4787. Em suma, estabeleceu-se que os estados têm competência para instituir taxas de forma a efetivar a atividade de fiscalização, enaltecendo o poder de polícia sobre atividades em que há competência constitucional comum com a União, já reconhecida como constitucional pelo STF e cuja base de cálculo fixada obedece ao princípio constitucional da proporcionalidade.

Convém também mencionarmos rapidamente a questão jurídica relacionada à exploração do amianto no Brasil. O Supremo Tribunal Federal (STF) apreciou a matéria relacionada a possibilidade de exploração de amianto crisotila no país, quando da apreciação da matéria nos julgamentos das Ações Diretas de Inconstitucionalidade (ADIs) 3356, 3357, 3937, 3406, 3470 e na Arguição de Descumprimento de Preceito Fundamental (ADPF) 109 (Brasil, 2023).

Em 2017, no julgamento da ADI 3937, o STF decidiu, por exemplo, que a lei estadual paulista contrariava a Lei Federal 9.055/95 e ainda julgou inconstitucional, por arrastamento, o art. 2º da legislação geral federal, sob a alegação de ser obsoleto, uma vez que não se adequou às novas tecnologias e que vai contra a Convenção da OIT nº 162/86, para explicarmos de forma muito simplória. Ao declarar inconstitucional o art. 2º da lei federal, este não incide sobre a lei paulista e, diante da invalidade da norma geral federal, os estados passaram a ter competência legislativa plena sobre a matéria.

Nesse momento, o estado de Goiás publicou nova lei e seu regulamento:

- Lei nº 20.514, de 16 de julho de 2019 — Autoriza, para fins exclusivos de exportação, a extração e o beneficiamento do amianto da variedade crisotila no estado de Goiás;
- Decreto nº 9.518, de 24 de setembro de 2019 — Regulamenta a Lei nº 20.514, de 16 de julho de 2019, que autoriza, para fins exclusivos de exportação, a extração e o beneficiamento do amianto da variedade crisotila, no estado de Goiás.

Entretanto, a declaração incidental de inconstitucionalidade do artigo 2º da lei federal nº 9.055/95 tem efeito amplo, *erga omnes* e vinculante, mas a ADI não havia findado, transitado em julgado. Esse fato só ocorreu com os julgamentos dos embargos de declaração, no dia 23 de fevereiro de 2023, tendo o plenário confirmado a declaração de inconstitucionalidade da norma federal que permitia a extração, a industrialização, a comercialização e a distribuição da crisotila.

Segue o questionado art. 2º da legislação federal:

- Lei Federal nº 9.055, de 1 de junho de 1995 — Disciplina a extração, industrialização, utilização, comercialização e transporte do asbesto/amianto e dos produtos que o contenham, bem como das fibras naturais e artificiais, de qualquer origem, utilizadas para o mesmo fim e dá outras providências.

> Art. 2º O asbesto/amianto da variedade crisotila (asbesto branco), do grupo dos minerais das serpentinas, e as demais fibras, naturais e artificiais de qualquer origem, utilizadas para o mesmo fim, serão extraídas, industrializadas, utilizadas e comercializadas em consonância com as disposições desta Lei. (Vide ADIN nº 3.357) (Vide ADIN nº 3.406) (Vide ADIN nº 3.470) (Vide ADIN nº 3.937) (Vide ADIN nº 4.066) (Vide ADPF nº 109)
> Parágrafo único. Para os efeitos desta Lei, consideram-se fibras naturais e artificiais as comprovadamente nocivas à saúde humana (Brasil, 1995, art. 2º).

Em relação à arrecadação de recursos financeiros advindos do setor mineral, bem como relacionadas ao meio ambiente, deve-se observar a previsão na Constituição do estado de Goiás, conforme disposto no seu art. 132, com grifo nosso:

> **Art. 132** - O Estado criará organismo, com nível de Secretaria de Estado, para formulação, avaliação periódica e execução da política ambiental, cabendo-lhe apreciar:
> [...]
> § 1º - **Constituirão recursos para formação do Fundo Estadual do Meio Ambiente os previstos no orçamento estadual e a totalidade dos oriundos das licenças, taxas, tarifas e multas impostas no controle ambiental**, excetuados os devidos a Municípios.
> § 2º - Lei complementar estabelecerá os casos de consulta obrigatória ao organismo previsto neste artigo, quando da elaboração de políticas estaduais que o afetem e as diretrizes para o controle, gestão e fiscalização do Fundo Estadual do Meio Ambiente e para programas de pesquisa e desenvolvimento tecnológico orientados para a solução de problemas ambientais (Brasil, 1995, art. 2º).

A questão orçamentária acima especificada é mais um dos pontos de motivação e de conexão entre as ações ambientais e aquelas relacionadas à governança (atribuições do estado de Goiás em interface com o setor mineral).

Fica, ademais, o destaque à Lei Estadual nº 20.937 , de 28 de dezembro de 2020, pois revogou o Fundo de Fomento à Mineração (Funmineral), instituído pela Lei Estadual nº 13.590, de 17 de janeiro de 2000.

Outra importante novidade refere-se ao amplo acesso às informações e aos serviços da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), com o intuito de trazer maior celeridade e autonomia às demandas, a partir do Portal Ambiental, que é uma central de serviços totalmente digital e disponível ao cidadão.

Seguem algumas legislações e normatizações ambientais do estado de Goiás com alguma relação com o setor mineral.



- Lei nº 8.544, de 17 de outubro de 1978 — Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente;
- Lei nº 11.414, de 22 de janeiro de 1991 — Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos e Minerais e dá outras providências;
- Lei Complementar nº 20, de 10 de dezembro de 1996 — Estabelece diretrizes para controle, gestão e fiscalização do Fundo Estadual do Meio Ambiente e dá outras providências;
- Lei nº 13.025, de 13 de janeiro de 1997 — Dispõe sobre a pesca, aquicultura e proteção da fauna aquática e dá outras providências;
- Lei nº 13.123, de 16 de julho de 1997 — Estabelece normas de orientação à política estadual de recursos hídricos, bem como ao sistema integrado de gerenciamento de recursos hídricos e dá outras providências;
- Lei Complementar nº 27, de 30 de dezembro de 1999 — Cria a Região Metropolitana de Goiânia, autoriza o Poder Executivo a instituir o Conselho de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Goiânia, a Secretaria Executiva e a constituir o Fundo de Desenvolvimento Metropolitano de Goiânia e dá outras providências correlatas;
- Lei nº 14.208, de 4 de julho de 2002 — Dispõe sobre a política estadual de recolhimento e reaproveitamento de pilhas e baterias usadas;
- Lei nº 14.241, de 29 de julho de 2002 — Dispõe sobre a proteção da fauna silvestre no estado de Goiás e dá outras providências;
- Lei nº 14.247, de 29 de julho de 2002 — Institui o Sistema Estadual de Unidades de Conservação no estado de Goiás e dá outras providências;
- Lei nº 14.248, de 29 de julho de 2002 — Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras providências;
- Lei nº14.384, de 31 de dezembro de 2002 — Institui o Cadastro Técnico Estadual de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Naturais, integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama), a Taxa de Fiscalização Ambiental e dá outras providências;
- Lei n° 14.529, de 12 de setembro de 2003 — Autoriza o Chefe do Poder Executivo a alienar à empresa Sama - Mineração de Amianto Ltda. imóvel de domínio público estadual;
- Lei nº 14.939, de 15 de setembro de 2004 — Institui o Marco Regulatório da Prestação de Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário, cria o Conselho Estadual de Saneamento (CESAM) e dá outras providências;
- Lei nº15.834, de 23 de novembro de 2006 — Dispõe sobre redução gradativa da queima da palha de cana-de-açúcar em áreas mecanizáveis e dá outras providências;
- Lei nº 16.497, de 10 de fevereiro de 2009 — Institui a Política Estadual sobre Mudanças Climáticas;
- Lei nº 16.685, de 04 de setembro de 2009 — Dispõe sobre a instituição de critérios referentes à qualidade ambiental no âmbito da administração pública estadual;
- Lei nº 17.128, de 18 de agosto de 2010 — Dispõe sobre a obrigatoriedade de instalação de equipamento para tratamento e reutilização da água utilizada na lavagem de veículos, e de equipamento para reaproveitamento de água das chuvas;
- Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010 — Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4º da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000;
- Lei nº 17.857, de 10 de dezembro de 2012 — Dispõe sobre procedimentos gerais para

a autorização de instalação e funcionamento de estações de telecomunicações de transmissão e de antenas transmissoras de rádio, televisão, telefonia, telecomunicação em geral e de outros equipamentos afins em unidades de conservação integrantes do SEUC e dá outras providências;

- Lei nº 18.102, de 18 de julho de 2013 — Dispõe sobre as infrações administrativas ao meio ambiente e respectivas sanções, institui o processo administrativo para sua apuração no âmbito estadual e dá outras providências;
- Lei nº 18.104, de 18 de julho de 2013 — Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, institui a nova Política Florestal do estado de Goiás e dá outras providências;
- Decreto nº 8.489, de 24 de novembro de 2015 — Cria o Comitê Diretor e o Grupo de Sustentação do Plano Estadual de Resíduos Sólidos do estado de Goiás e dá outras providências;
- Lei nº 19.413, de 2 de julho de 2016 — Institui a política estadual de incentivo ao consumo sustentável;
- Lei nº 19.447, de 09 de setembro de 2016 — Dispõe sobre a obrigatoriedade de instalação de alerta sonoro nas empresas de mineração que possuem barragens de rejeitos no estado de Goiás;
- Lei nº 19.453, de 16 de setembro de 2016 — Institui a Política Estadual de Saneamento Básico e dá outras providências;
- Decreto nº 9.035, de 01 de setembro de 2017 — Dispõe sobre o Conselho Consultivo da Área de Proteção Ambiental de Pouso Alto (APA) de Pouso Alto e dá outras providências;
- Decreto nº 9.001, de 18 de julho de 2017 — Cria o Comitê Estadual da Reserva da Biosfera do Cerrado em Goiás e dá providências;
- Decreto nº 9.102, de 5 de dezembro de 2017 — Estabelece condições para a regularização ambiental prevista na Lei nº 18.104, de 18 de julho de 2013, por intermédio do Programa Tesouro Verde, instituído pela Lei nº 19.763, de 18 de julho de 2017, e dá outras providências;
- Decreto nº 9.130, de 29 de dezembro de 2017 — Dispõe sobre o Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais (PEPSA) e dá outras providências;
- Lei Complementar nº 139, de 22 de janeiro de 2018 — Dispõe sobre a Região Metropolitana de Goiânia, o Conselho de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Goiânia, cria o Instituto de Planejamento Metropolitano e dá outras providências;
- Lei nº 20.097, de 28 de maio de 2018 — Institui, no estado de Goiás, o "Selo Verde Ambiental";
- Lei nº 20.114, de 04 de junho de 2018 — Dispõe sobre os prazos de tramitação e conclusão dos processos administrativos instaurados para o fim de licenciamento ambiental de atividades econômicas sujeitas a esse tipo de autorização no estado de Goiás e sobre outras avenças;
- Lei nº 16.586, de 16 de junho de 2019 — Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Estadual de Educação Ambiental e dá outras providências;
- Resolução CERHI Nº 22 de 09 de julho de 2019 — Estabelece o Regulamento do Sistema de outorga das águas de domínio do estado de Goiás e dá outras providências;
- Lei n o 20.694, de 26 de dezembro de 2019 — Dispõe sobre normas gerais para o Licenciamento Ambiental do estado de Goiás e dá outras providências;
- Decreto nº 9.710, de 03 de setembro de 2020 — Regulamenta, no âmbito do Poder Executivo Estadual, a Lei Estadual nº 20.694 , de 26 de dezembro de 2019, que dispõe sobre as normas gerais para o Licenciamento Ambiental no estado de Goiás e dá outras providências;
- Lei nº 20.758 de 30 de janeiro de 2020 — Estabelece a Política Estadual de Segurança

e Eficiência de Barragens (PESB) e dá outras providências;

- Lei nº 20.773 de 08 de maio de 2020 — Institui o Regime Extraordinário de Licenciamento Ambiental (REL) como medida de enfrentamento da situação extrema de âmbito econômico no estado de Goiás, provocada em razão da decretação de estado de calamidade pública, decorrente da infecção humana pelo novo coronavírus (covid-19);
- Decreto nº 9.710, de 03 de setembro de 2020 — Regulamenta, no âmbito do Poder Executivo Estadual, a Lei Estadual nº 20.694, de 26 de dezembro de 2019, que dispõe sobre as normas gerais para o Licenciamento Ambiental no estado de Goiás e dá outras providências;
- Lei Estadual no 20.937 , de 28 de dezembro de 2020 — Altera e revoga as leis que especifica;
- Lei nº 21.062, de 20 de julho de 2021 — Altera as Leis: nº 20.694, de 26 de dezembro de 2019, que dispõe sobre normas gerais para o Licenciamento Ambiental do estado de Goiás e dá outras providências; nº 15.680, de 02 de junho de 2006, que dispõe sobre o Quadro Permanente de Pessoal e o Plano de Cargos e Remuneração dos servidores da Agência Goiana do Meio Ambiente, e dá outras providências; nº 20.942, de 29 de dezembro de 2020, que institui a Taxa de Controle sobre as Atividades de Pesquisa, Lavra, Exploração e Aproveitamento de Recursos Minerais (TRM) e o Cadastro Estadual de Controle, Acompanhamento e Fiscalização das Atividades de Pesquisa, Lavra, Exploração e Aproveitamento de Recursos Minerais (CERM) no estado de Goiás e dá outras providências; nº 20.773, de 08 de maio de 2020, que institui o Regime Extraordinário de Licenciamento Ambiental (REL) como medida de enfrentamento da situação extrema de âmbito econômico no estado de Goiás, provocada em razão da decretação de estado de calamidade pública, decorrente da infecção humana pelo novo coronavírus (covid-19); e nº 18.102, de 13 de julho de 2013, que dispõe sobre as infrações administrativas ao meio ambiente e respectivas sanções, institui o processo administrativo para sua apuração no âmbito estadual e dá outras providências;
- Lei nº 21.231, de 10 de janeiro de 2022 — Dispõe sobre a regularização de passivos ambientais de imóveis rurais e urbanos, bem como a compensação florestal e a compensação por danos para regularizar a supressão da vegetação nativa realizada sem a prévia autorização do órgão ambiental competente, também a definição dos parâmetros da compensação florestal e da reposição florestal no estado de Goiás;
- Decreto nº 10.054, de 25 de fevereiro de 2022 — Altera o Decreto nº 9.710, de 3 de setembro de 2020, e o Anexo Único do Decreto nº 9.308, de 12 de setembro de 2018;
- Lei nº 21.983, de 30 de maio de 2023 — Institui a Política Estadual TI Verde.

2 DESCRIÇÃO DOS PROGRAMAS DE INCENTIVO E FOMENTO RELACIONADOS À MINERAÇÃO EM GOIÁS

A exploração de recursos minerais refere-se a uma atividade econômica estratégica do país e que merece atenção de todos, especialmente de que é Poder Concedente dos recursos minerais, a União e em colaboração dos Estados-Membros e Municípios.

O caderno inicial, o Relatório do Arcabouço Legal da Atividade Mineral do estado de Goiás, detalhou a competência específica do estado de Goiás de fomentar e incentivar as ações relacionadas à mineração.

A Lei nº 21.853, de 11 de abril de 2023, que dispõe sobre a Política Estadual de Diversificação Produtiva dos Municípios Mineradores, é um norte para a temática, e diante de sua importância, expõem-se seus artigos:

> Art. 1º Fica instituída a Política Estadual de Diversificação Produtiva dos Municípios Mineradores do Estado de Goiás.
> Parágrafo único. Os critérios para classificação como municípios mineradores serão definidos em regulamento.
> Art. 2º São objetivos da Política Estadual de Diversificação Produtiva dos Municípios Mineradores:
> I – a diversificação produtiva dos municípios mineradores durante todo o ciclo de operação das atividades minerárias;
> II – a manutenção e a melhoria da qualidade de vida e do desenvolvimento social e econômico dos municípios mineradores;
> III – a manutenção e a melhoria da qualidade ambiental dos municípios mineradores;
> IV – o fortalecimento da economia local por meio do apoio ao planejamento e do incentivo ao desenvolvimento e implantação de novos empreendimentos nas áreas de prestação de serviço, de agropecuária, de comércio e de outras atividades industriais nos municípios mineradores.
> Art. 3º A Política Estadual de Diversificação Produtiva dos Municípios Mineradores terá como diretrizes:
> I – o incentivo à diversificação produtiva dos municípios mineradores;
> II – o estímulo ao aumento da produtividade econômica;
> III – a atuação harmônica e conjunta do poder público e da iniciativa privada;
> IV – o respeito à livre iniciativa e à livre concorrência.
> Art. 4º São instrumentos da Política Estadual de Diversificação Produtiva dos Municípios Mineradores:
> I – crédito das instituições estaduais de fomento econômico;
> II – linhas de financiamento das instituições estaduais de fomento à pesquisa;
> III – assistência técnica aos municípios mineradores, inclusive por meio das instituições estaduais de ensino superior e institutos de pesquisa do governo estadual;
> IV – (VETADO);
> V – apoio à capacitação profissional de mão de obra que atenda à demanda decorrente da diversificação produtiva dos municípios minerados.
> Art. 5º O Estado dará assistência, no que couber, à elaboração de políticas de apoio à diversificação produtiva nos municípios mineradores (Goiás, 2023a, art. 1º).

As competências da Secretaria de Indústria e Comércio do Estado de Goiás estão descritas no art. 46 e no art. 47 da Lei Estadual nº 21.792, de 16 de fevereiro de 2023, que assim descreve os seus órgãos colegiados:

> Art. 46. À SIC competem:
> I – o planejamento, a formulação, a coordenação e a execução das políticas estaduais

> para o desenvolvimento da indústria, do comércio e dos serviços;
> III – a formulação e a execução da política estadual de atração de investimentos nacionais e internacionais, prospecção e apoio ao investidor;
> IV – a formulação e a execução de políticas públicas relacionadas ao comércio exterior, as negociações internacionais e à articulação com agências governamentais estrangeiras, também a coordenação das ações no nível internacional destinadas aos programas e aos projetos do setor público estadual;
> V – a formulação e a execução da política estadual de desenvolvimento regional, com serviços, atividades e obras, para o desenvolvimento de todas as regiões do Estado;
> VI – a formulação da política pública do setor de minas;
> VII – a orientação e o assessoramento técnico dos projetos que tratem de parceria público– privada (PPP), concessão, permissão de uso ou exploração de bens e serviços públicos estaduais, excetuados os bens imóveis estaduais, sob competência da SEAD, bem como aqueles sob a competência da SEINFRA;
> VIII – a promoção e a divulgação das oportunidades de negócios e investimentos produtivos em Goiás;
> e IX – a celebração de protocolos de intenções dentro de suas competências.
> Art. 47. Integram a SIC, como órgãos colegiados:
> I - o Conselho Estadual de Mineração, Recursos Minerais e Geologia;
> II - o Conselho Deliberativo do Programa de Desenvolvimento Industrial de Goiás – PRODUZIR;
> III - o Conselho Deliberativo do Fundo de Participação e Fomento à Industrialização do Estado de Goiás – FOMENTAR; e
> IV - o Conselho Superior de Desenvolvimento Industrial, Comercial e de Serviços do Estado de Goiás (Goiás, 2023b, art. 46).

O art. 28, inciso I, da Lei Estadual nº 20.937, de 28 de dezembro de 2020, revogou o Fundo de Fomento à Mineração (Funmineral), instituído pela Lei Estadual nº 13.590, de 17 de janeiro de 2000.

O art. 23 da Lei Estadual nº 20.937, de 28 de dezembro de 2020 determinou a incorporação automática dos ativos, dos passivos, dos acervos, dos sistemas e das competências necessárias à execução dos serviços, antes a cargo do extinto Fundo de Fomento à Mineração (Funmineral) e a partir de então repassados à Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Serviços, bem como seus programas, ações e dotações orçamentárias.

O parágrafo primeiro do art. 28 da Lei Estadual nº 20.937 , de 28 de dezembro de 2020 determina que "As obrigações financeiras do Fundo Especial extinto por força do inciso I serão custeadas pela Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Serviços, à conta do Tesouro Estadual".

Assim, eram finalidade do Fundo de Fomento à Mineração (Funmineral) as seguintes atribuições, que são agora atribuições da Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Serviços:

- prospecção e pesquisa mineral;
- aproveitamento das jazidas minerais goianas;
- industrialização de bens minerais no território goiano;
- geração e difusão de tecnologias de prospecção, pesquisa, lavra, beneficiamento e

industrialização de bens minerais;

- financiamentos de projetos e empreendimentos de prospecção, pesquisa, lavra e industrialização de bens minerais;
- participação societária em empresas, objetivando a alavancagem de empreendimentos de mineração;
- a identificação de problemas científicos, tecnológicos, econômicos, financeiros e gerenciais que possam impedir ou atrasar a implantação de novos empreendimentos de aproveitamento dos recursos minerais do estado e/ou ocasionar a diminuição de sua produção mineral;
- a organização do cadastro de recursos minerais do estado de Goiás;
- a disponibilização ao público interessado de informações básicas, estudos e levantamentos relativos aos recursos minerais existentes no estado; e
- assistência técnica aos micros, pequenos e médios mineradores do estado de Goiás.

Observa-se que o Regulamento da SIC foi aprovado antes da extinção do Funmineral, o que fatalmente originará futuras alterações, tendo em vista exatamente o item específico do trabalho que dispõe sobre programas de incentivo e fomento relacionados à mineração em Goiás. Assim, expõe-se o art. 47 do Decreto nº 9.554, de 14 de novembro de 2019, o qual deverá ser adequado ou ao menos lido com a compreensão de que onde está escrito "Funmineral" se deve ler "Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Serviços", por conta do Tesouro Estadual, nos termos do art. 28 da Lei Estadual nº 20.937, de 28 de dezembro de 2020.

> Art. 47. Compete à Gerência de Fomento Financeiro à Mineração:
> I - coordenar a execução do programa, ações e projetos de fomento financeiro às atividades da cadeia produtiva mineral, relacionadas aos financiamentos com recursos do FUNMINERAL;
> II - organizar o fluxo de informações aos interessados em financiamento do FUNMINERAL, garantindo a eficácia dos mecanismos de transmissão, e recebimento de solicitações de financiamento e cartas-consulta;
> III - gerenciar as atividades de análise de viabilidade, vistorias, auditorias e emissão de relatórios inerentes aos processos de financiamento, bem como prestar assessoria nas reuniões do Conselho Estadual de Mineração, Recursos Minerais e Geologia - COMGEO;
> IV - coordenar o trâmite de documentos e relatórios referentes ao cadastro, análise financeira e aprovação das solicitações de financiamento com recursos do FUNMINERAL;
> V - monitorar a movimentação financeira gerada com a liberação, recebimento e retorno dos recursos investidos pelo FUNMINERAL;
> VI - pesquisar e propor ao COMGEO, atualizações na legislação, nas modalidades de financiamento e inovação na gestão dos investimentos efetuados com recursos do FUNMINERAL; e
> VII - realizar outras atividades correlatas (Goiás, 2020a, art. 47).

Com as indicadas alterações legislativas, revela-se importante o levantamento das normativas conectadas ao extinto Fundo de Fomento à Mineração (Funmineral), para identificar se todas as atribuições estão já descritas nos deveres da Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Serviços ou a necessidade de implementação e futuras modificações:

- Decreto nº 8.024, de 22 de outubro de 2013 — Introduz alterações nos decretos que menciona e dá outras providências;
- Lei nº 17.853, de 10 de dezembro de 2012 — Altera dispositivo da Lei nº 16.384, de 27 de novembro de 2008;
- Decreto nº 7.705, de 24 de agosto de 2012 — Determina providências para a transferências dos recursos financeiros que especifica aos programas e às ações do Plano de Ação Integrada de Desenvolvimento (PAI) e dá outras providências;
- Decreto nº 7.694, de 14 de agosto de 2012 — Dispõe sobre a aplicação de recursos diretamente arrecadados por autarquias, fundações e fundos especiais;
- Lei nº 16.624, de 08 de julho de 2009 — Altera a Lei nº 16.384 de 27 de novembro de 2008;
- Lei nº 16.384 de 27 de novembro de 2008 — Modifica o Fundo de Fomento ao Desenvolvimento Econômico e Social de Goiás (Fundes), cria o Fundo de Capacitação e Profissionalização do estado de Goiás (Funcape), dispõe sobre a utilização de recursos próprios de fundos especiais e de entidades da administração indireta para o pagamento de pessoal e altera as leis que especifica;
- Lei nº 15.648, de 09 de maio de 2006 — Cria Gratificação de Estímulo Funcional (GEF), no âmbito do Fundo de Fomento à Mineração (Funmineral), e dá outras providências;
- Decreto nº 5.812, de 07 de agosto de 2.003 — Altera o Regulamento do Fundo de Fomento à Mineração (Funmineral), aprovado pelo Decreto nº 5.760, de 21 de maio de 2003;
- Decreto nº 5.760, de 21 de maio de 2.003 — Aprova o Regulamento do Fundo de Fomento à Mineração (Funmineral) e dá outras providências;
- Lei nº 14.389, de 09 de janeiro de 2003 — Altera a Lei nº 13.590, de 17 de janeiro de 2000, com modificações introduzidas pela Lei nº 13.782, de 03 de janeiro de 2001, nas partes que especifica;
- Decreto nº 5.578, de 25 de março de 2002 — Introduz alterações no regulamento aprovado pelo Decreto nº 5.318, de 22 de novembro de 2000;
- Lei nº 13.782, de 03 de janeiro de 2001 — Introduz modificações na organização administrativa do Poder Executivo e dá outras providências;
- Decreto no 5.318, de 22 de novembro de 2000 — Aprova o Regulamento do Fundo de Fomento à Mineração (Funmineral);

Com o detalhamento das atribuições que devem ser desenvolvidas pela Gerência de Fomento e Financiamento à Mineração, reforça-se a necessidade de levantamento dos programas estaduais de incentivo e fomento relacionados à mineração em Goiás para melhor diagnóstico do setor e, portanto, para saber quais pontos necessitam de aprimoramento, adaptação e desenvolvimento. Outros programas orientaram a ação governamental no passado, como o determinado pelo Decreto nº 7.693, de 14 de agosto de 2012, que institui o Programa de Ações Integradas de

Desenvolvimento (PAI) e o Selo de Prioridade aos programas que especifica e dá outras providências. Ao mesmo tempo, percebe-se relevante o olhar atento para o futuro a buscar ações governamentais atuais que possam auxiliar, incentivar e fomentar a mineração no estado de Goiás.

3 LEVANTAMENTO DE OUTROS PROGRAMAS INSTITUCIONAIS ESTABELECIDOS PARA OS EMPREENDEDORES E INVESTIDORES MINERAIS EM GOIÁS

Existem outros programas institucionais estabelecidos no estado de Goiás e que auxiliam os empreendedores e investidores minerais da localidade.

Inclusive, a Secretaria de Indústria e Comércio é composta de alguns órgãos colegiados que dizem respeito a esses outros programas, na forma do art. 47 do Decreto nº 9.554, de 14 de novembro de 2019.

Assim, temos o Programa de Desenvolvimento Industrial de Goiás, o "Produzir" e o Fundo de Participação e Fomento à Industrialização do Estado de Goiás, o "Fomentar".

O Programa de Desenvolvimento Industrial do Estado de Goiás ("Produzir") foi criado pela Lei nº. 13.591, de 18 de janeiro de 2000, como instrumento de execução da política industrial do estado de Goiás, que congrega todas as ações do governo de Goiás voltadas para o desenvolvimento da indústria goiana.

Aliás, a mesma Lei nº. 13.591, de 18 de janeiro de 2000, que instituiu o Programa de Desenvolvimento Industrial de Goiás ("Produzir"). criou o Fundo de Desenvolvimento de Atividades Industriais ("Funproduzir") e deu outras providências.

O "Produzir" tem por objeto social contribuir para a expansão, a modernização e a diversificação do setor industrial de Goiás, estimulando a realização de investimentos, a renovação tecnológica das estruturas produtivas e o aumento da competitividade estadual, com ênfase na geração de emprego e renda e na redução das desigualdades sociais e regionais, conforme estabelece o art. 2º de sua lei instituidora.

O art. 3º da Lei nº. 13.591, de 18 de janeiro de 2000, com alterações posteriores, determina as ações de interesse do "Produzir" no desenvolvimento industrial do estado relacionadas com:

> [...] I – prestação de assistência financeira à realização de projetos industriais de iniciativa do setor privado, nas seguintes modalidades:
> a) concessão de empréstimos e financiamentos;
> b) participação acionária;
> c) prestação de garantias;
> d) equalização de juros sob a forma de subvenção em operações de crédito da Agência de Fomento de Goiás S.A., para microempresas, empresas de pequeno porte, empreendedores individuais, profissionais autônomos e empreendimentos do agronegócio com recursos previstos na alínea "c", inciso XII, do art. 20 desta Lei;
> e) outras formas de assistência financeira a critério do Conselho Deliberativo do PRODUZIR;
> II – apoio institucional e financeiro a projetos públicos e privados, relativos a ações que visam amparar e estimular o desenvolvimento industrial, nas áreas de:
> a) ciência e tecnologia;
> b) infra-estrutura, compreendendo terrenos, galpões industriais e obras básicas;
> c) formação e treinamento de mão-de-obra especializada;
> d) promoção de investimentos;
> e) realização de feiras, exposições e outros eventos da espécie;

> f) obras e serviços de engenharia, relacionados à construção, reforma, ampliação e conservação, manutenção e restauração de bens públicos;
> g) divulgação e marketing;
> h) projeto referente a tese de pós-graduação, estudo e pesquisa relativa ao desenvolvimento do Estado;
> i) projeto de recuperação e preservação ambiental ou de melhoria do meio ambiente;
> III - programas, projetos e atividades voltadas ao desenvolvimento econômico, bem como custeio e manutenção, inclusive despesas com pessoal, da estrutura estadual responsável por esses programas, projetos e/ou atividades (Goiás, 2000, art. 3º).

São beneficiários do "Produzir", conforme o art. 4º da Lei nº 13.591, de 18 de janeiro de 2000, agentes públicos e privados que venham a implementar projeto considerado de interesse do desenvolvimento industrial do estado e relacionado com alguns requisitos descritos no inciso II. O mesmo se aplica às empresas industriais que venham a realizar projeto econômico considerado de interesse do estado relativo à: implantação de novo empreendimento; expansão e diversificação da capacidade produtiva; revitalização de unidade industrial paralisada; relocalização de unidade industrial motivada por fatores infraestruturais e ambientais; reestruturação econômico-financeira; e reenquadramento.

Mais atual, temos a Lei nº 20.787, de 03 de junho de 2020, e seu regulamento, o Decreto nº 9.724, de 7 de outubro de 2020, que instituíram e regulamentaram, respectivamente, o novo programa de incentivo ao desenvolvimento socioeconômico de Goiás, por meio da implantação, da ampliação e da revitalização de estabelecimentos industriais em seu território, denominado "ProGoiás".

A Lei nº 20.787, de 03 de junho de 2020, dispõe sobre a adesão do estado de Goiás aos benefícios fiscais previstos na legislação do estado de Mato Grosso do Sul, nos termos da Lei Complementar Federal nº 160, de 7 de agosto de 2017, e do Convênio ICMS 190/17, de 15 de dezembro de 2017; estabelece procedimentos para a operacionalização dos referidos benefícios; e institui o programa ProGoiás.

Os contribuintes industriais enquadrados nos programas "Fomentar" ou "Produzir", inclusive os enquadrados nos subprogramas "Microproduzir" ou Incentivo à Instalação de Empresas Industriais Montadoras no Estado de Goiás ("Progredir"), podem migrar para o ProGoiás, nos termos do art. 23 da Lei nº 20.787, de 03 de junho de 2020.

A Lei nº 21.654, de 25 de novembro de 2022, alterou a Lei nº 15.109, de 02 de fevereiro de 2005, que dispõe sobre a Política Estadual de Cooperativismo e dá outras providências, e também a Lei nº 20.787, de 03 de junho de 2020, que dispõe sobre a adesão do estado de Goiás aos benefícios fiscais previstos na legislação do estado de Mato Grosso do Sul, nos termos da Lei Complementar federal nº 160, de 7 de agosto de 2017, e do Convênio ICMS 190/17, de 15 de dezembro de 2017; também estabelece procedimentos para a operacionalização dos referidos benefícios e dá outras providências.

O programa ProGoiás objetiva (art. 2º do **Decreto nº 9.724, de 7 de outubro de 2020**):

> I – incentivar a instalação e o desenvolvimento de empreendimentos industriais;
> II – expandir, modernizar ou diversificar os setores industriais;
> III – aumentar a competitividade dos contribuintes;
> IV – impulsionar ou desenvolver a inovação e a renovação tecnológicas;
> V – incentivar a geração de emprego;
> VI – reduzir as desigualdades sociais e regionais;
> VII – estimular a formação ou o aprimoramento de arranjos produtivos locais; e
> VIII – ampliar o aproveitamento da cadeia produtiva existente no Estado (Goiás, 2020b, art. 2º).

O art. 3º do regulamento do ProGoiás esclarece que podem ser seus beneficiários os estabelecimentos que exerçam atividades industriais no estado, enquadrem-se no referido programa e realizem investimentos correspondentes à: "I - implantação de novo estabelecimento industrial; II - ampliação de estabelecimento industrial já existente; ou III - revitalização de estabelecimento industrial paralisado", esclarecendo, detalhando e definindo nomenclaturas e a forma de outorga de crédito.

O ProGoiás (Programa de Desenvolvimento Regional) constitui-se em um modelo de incentivos fiscais do governo de Goiás, que oferece crédito outorgado, sem financiamento e possui como meta a desburocratização na concessão de benefícios fiscais para o setor industrial e garantir segurança jurídica e impessoalidade. Tem validade até 2032, tendo como objetivo a substituição ao programa "Fomentar"/"Produzir", pois oferece redução do percentual para o pagamento do Fundo de Proteção Social do Estado ("Protege"), tendo alíquota inicial de 10% (dez por cento) que irá decrescendo gradativamente até 6% (seis por cento), a partir do 25º mês de enquadramento no ProGoiás.

Os investimentos previstos no programa devem ser de valor correspondente, no mínimo, ao percentual de 15% (quinze por cento) do montante do crédito outorgado previsto no artigo 4º da Lei 20.787, estimado para os primeiros 36 meses de fruição do benefício. Podem ser beneficiários os estabelecimentos que exerçam atividades industriais no estado, interessados em realizar investimentos para implantação, ampliação e revitalização de estabelecimento industrial, e também os atuais beneficiários dos programas "Fomentar", "Produzir", "Micro" e "Progredir" (Goiás, 2020c).

Ademais, acredita-se que a conexão com programas ligados ao meio ambiente, a políticas de gestão ambiental e dos recursos hídricos viabilizem maior confiança do mercado, bem como estabilidade a partir da compreensão e da divulgação do uso adequado do bem mineral. Os programas ainda podem auxiliar na produção mineral com sustentabilidade, na forma descrita nos diversos planos de fomento à mineração, que determinam a sustentabilidade em todas as

etapas minerais, de forma articulada com os vários segmentos da sociedade e em cooperação técnica nos âmbitos local, regional e internacional.

Ao longo dos tempos, programas governamentais são colocados em ação, sendo primordial o estabelecimento de planos de governo, com metas objetivas e que possam ser sempre avaliadas para diagnóstico e verificação se as etapas e seus objetivos estão sendo cumpridos. Assim se confirma se há adequada implementação da política pública sugerida, que possibilite o cumprimento dos preceitos constitucionais.

As políticas públicas podem ser vistas como processo de formulação e execução de plano de ação. Ocorrem por meio de manejamento dos meios disponíveis, inclusive em relação à esfera econômico-financeira, que é resultante de processos regulados pelo ordenamento jurídico para o alcance dos preceitos relacionados ao interesse coletivo (Bucci, 2002, 2009).

A institucionalização das políticas públicas é fundamental para a institucionalização dos direitos, especialmente da etapa de avaliação da política pública, que necessita de um diagnóstico. A notoriedade do processo de avaliação de política pública amplia o foco no aprendizado, revela como as metas e os objetivos estão sendo alcançados e em quais custos (econômicos, sociais e ambientais). Além disso, avaliam-se seus efeitos colaterais para que seja realizado um diagnóstico com indicação de novos cursos de ação mais eficazes (Figueiredo; Figueiredo, 1986).

Nesse sentido, percebe-se que a política mineral no estado de Goiás demanda a realização de um amplo diagnóstico, consistindo os tópicos apresentados em uma de suas etapas. O objetivo é pensar em um melhor agir futuro, que possa suprimir as demandas reprimidas, possibilitar planejar as ações necessárias e atender às demandas existentes, assim auxiliando no agir governamental. Por meio deste se realizará a implementação da política pública mineral, etapa por etapa, além de indicar-se como ocorrerá o seu monitoramento constante e adequado, em todas as esferas, para tornar sólida, eficiente e efetiva qualquer política pública mineral no estado de Goiás.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. Atos gerais da ANM. **Portarias**. Brasília: ANM, 2023. Disponível em: https://anmlegis.datalegis.net/action/ActionDatalegis.php?acao=abrirResenhaAnoData&cod_modulo=351&cod_menu=7908. Acesso em: 20 jan. 2023.

ALMEIDA, Candido Mendes de. **Código Philippino ou Ordenações e Leis do Reino de Portugal recopiladas por mandado Del Rey D. Philippe I**. 14. ed. Rio de Janeiro: Instituto Philomathico, 1870. Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/handle/id/242733. Acesso em: 19 mar 2023.

BRASIL. **Constituição da República dos Estados Unidos do Brasil, de 24 de fevereiro de 1891**. Nós, os representantes do povo brasileiro, reunidos em Congresso Constituinte, para organizar um regime livre e democrático, estabelecemos, decretamos e promulgamos a seguinte. Rio de Janeiro: Presidência da República, 1891. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao91.htm. Acesso em: 15 fev. 2023.

BRASIL. **Constituição da Republica dos Estados Unidos do Brasil, de 16 de julho de 1934**. Nós, os representantes do povo brasileiro, pondo a nossa confiança em Deus, reunidos em Assembléia Nacional Constituinte para organizar um regime democrático, que assegure à Nação a unidade, a liberdade, a justiça e o bem-estar social e econômico, decretamos e promulgamos a seguinte. Rio de Janeiro: Presidência da República, 1934. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao34.htm. Acesso em: 15 fev. 2023.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 25 jan 2023.

BRASIL. **Decreto-lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967**. Dá nova redação ao Decreto-lei nº 1.985, de 29 de janeiro de 1940. (Código de Minas). Rio de Janeiro: Presidência da República, 1967. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0227.htm. Acesso em: 10 jan. 2023.

BRASIL. **Decreto-lei nº 3.365, de 21 de junho de 1941**.Dispõe sobre desapropriações por utilidade pública. Rio de Janeiro: Presidência da República, 1941. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del3365.htm. Acesso em: 10 jan. 2023.

BRASIL. **Lei nº 5.172, de 25 de outubro de 1966**. Dispõe sobre o Sistema Tributário Nacional e institui normas gerais de direito tributário aplicáveis à União, Estados e Municípios. Brasília: Presidência da República, 1966. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5172compilado.htm Acesso em: 15 fev. 2023.

BRASIL. **Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017**. Cria a Agência Nacional de Mineração (ANM); extingue o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM); altera as Leis n º 11.046, de 27 de dezembro de 2004, e 10.826, de 22 de dezembro de 2003; e revoga a Lei nº 8.876, de 2 de maio de 1994, e dispositivos do Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração). Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13575.htm. Acesso em: 10 jan. 2023.

BRASIL. **Lei nº 9.986, de 18 de julho de 2000**. Dispõe sobre a gestão de recursos humanos das Agências Reguladoras e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 2000.

Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9986.htm. Acesso em: 18 fev. 2023.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.055, de 1 de junho de 1995**. Disciplina a extração, industrialização, utilização, comercialização e transporte do asbesto/amianto e dos produtos que o contenham, bem como das fibras naturais e artificiais, de qualquer origem, utilizadas para o mesmo fim e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 1995. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9055.htm. Acesso em: 15 fev. 2023.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Portaria nº 155, de 12 de maio de 2016**. Aprova a Consolidação Normativa do DNPM e revoga os atos normativos consolidados. Brasília: Presidência da República, 2016. Disponível em: https://anmlegis.datalegis.net/action/TematicaAction.php?acao=abrirVinculos&cotematica=13596156&cod_menu=6783&cod_modulo=405. Acesso em: 18 fev. 2023.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Mineração 2030**: geologia, mineração e transformação mineral. Brasília: MME, 2011. Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/arquivos/pnm-2030.pdf. Acesso em: 10 fev. 2023.

BUCCI, Maria Paula Dallari. **Direito administrativo e políticas públicas**. São Paulo: Saraiva, 2002.

BUCCI, Maria Paula Dallari (org.). **Políticas públicas**: reflexões sobre o conceito jurídico. São Paulo: Saraiva, 2009.

COELHO, Saulo de Oliveira Pinto; ARAÚJO, André Fabiano Guimarães de. A sustentabilidade como princípio constitucional sistêmico e sua relevância na efetivação interdisciplinar da ordem constitucional econômica e social: para além do ambientalismo e do desenvolvimentismo. **Revista da Faculdade de Direito de Uberlândia**, v. 39, n. 1, p. 261-291 jan./jun. 2011.

DI PIETRO, Maria Sylvia. **Direito administrativo**. 22 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

ENRIQUEZ, Maria Amélia Rodrigues da Silva. **Mineração**: maldição ou dádiva? Os dilemas do desenvolvimento sustentável a partir de uma base mineira. 449 f. 2007. Tese (Doutorado)-Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

FIGUEIREDO, Marcus; FIGUEIREDO, Argelina. Avaliação política e avaliação de políticas: um quadro de referência teórica. **Análise e Conjuntura**, v. 1, n. 3, 1986.

FREIRE, William. Regime jurídico da mineração e marco regulatório a partir de uma análise de Direito Comparado. *In*: MARTINS, Jaime; LIMA, Paulo César Ribeiro (coord.) **Setor mineral**: rumo a um novo marco legal. Brasília: Câmara dos Deputados, 2011. p. 149-170. (Caderno de Altos Estudos 8.).

GADELHA, Marina. As alterações no regramento da guia de utilização promovidas pela a resolução 37/20 da ANM. **Migalhas-UOL**, 15 jun. 2020. Disponível em: https://migalhas.uol.com.br/depeso/328866/as-alteracoes-no-regramento-da-guia-de-utilizacao-promovidas-pela-a-resolucao-37-20-da-anm. Acesso em: 30 maio 2023.

GOIÁS (*Estado*). **Constituição do Estado de Goiás, de 5 de outubro de 1989**. Goiânia: Casa Civil, 1989. Disponível em: https://legisla.casacivil.go.gov.br/pesquisa_legislacao?tipo_legislacao=12&ano&pagina=1&busca_avancada=1. Acesso em: 20 fev. 2023.

GOIÁS (*Estado*). **Decreto nº 9.554, de 14 de novembro de 2019**. Dispõe sobre a criação do fundo rotativo da Secretaria de Indústria, Comércio e Serviços. Goiânia: Casa Civil, 2019. Disponível em: https://legisla.casacivil.go.gov.br/api/v2/pesquisa/legislacoes/72468/pdf. Acesso em: 20 fev. 2023.

GOIÁS (*Estado*). **Decreto nº 9.724, de 7 de outubro de 2020**. Regulamenta a Lei nº 20.787, de 3 de junho de 2020, que dispõe sobre a adesão do Estado de Goiás aos benefícios fiscais previstos na legislação do Estado de Mato Grosso do Sul, nos termos da Lei Complementar federal nº 160, de 7 de agosto de 2017, e do Convênio ICMS 190/17, também estabelece procedimentos para a operacionalização dos referidos benefícios. Goiânia: Casa Civil, 2020b. Disponível em: https://legisla.casacivil.go.gov.br/api/v2/pesquisa/legislacoes/103462/pdf. Acesso em: 20 fev. 2023.

GOIÁS (*Estado*). **Lei nº 13.591, de 18 de janeiro de 2000**. Institui o Programa de Desenvolvimento Industrial de Goiás – PRODUZIR e o Fundo de Desenvolvimento de Atividades Industriais - FUNPRODUZIR e dá outras providências. Goiânia: Casa Civil, 2000. Disponível em: https://legisla.casacivil.go.gov.br/api/v2/pesquisa/legislacoes/81960/pdf. Acesso em: 20 fev. 2023.

GOIÁS (*Estado*). **Lei nº 20.787, de 03 de junho de 2020**. Dispõe sobre a adesão do Estado de Goiás aos benefícios fiscais previstos na legislação do Estado de Mato Grosso do Sul, nos termos da Lei Complementar federal nº 160, de 7 de agosto de 2017, e do Convênio ICMS 190/17, de 15 de dezembro de 2017, e estabelece procedimentos para a operacionalização dos referidos benefícios. Goiânia: Casa Civil, 2020c. Disponível em: https://legisla.casacivil.go.gov.br/api/v2/pesquisa/legislacoes/103201/pdf. Acesso em: 20 fev. 2023.

GOIÁS (*Estado*). **Lei Estadual no 20.937, de 28 de dezembro de 2020**. Altera e revoga as leis que especifica. Goiânia: Casa Civil, 2020a. Disponível em: https://legisla.casacivil.go.gov.br/pesquisa_legislacao/103658/lei-20937. Acesso em: 20 fev. 2023.

GOIÁS (*Estado*). **Lei Estadual nº 21.792, de 16 de fevereiro de 2023**. Estabelece a organização administrativa básica do Poder Executivo e dá outras providências. Goiânia: Casa Civil, 2023b. Disponível em: https://legisla.casacivil.go.gov.br/pesquisa_legislacao/106894/lei-21853. Acesso em: 20 fev. 2023.

GOIÁS (*Estado*). **Lei nº 21.853, de 11 de abril de 2023**. Dispõe sobre a Política Estadual de Diversificação Produtiva dos Municípios Mineradores. Goiânia: Casa Civil, 2023a. Disponível em: https://legisla.casacivil.go.gov.br/pesquisa_legislacao/106894/lei-21853. Acesso em: 20 fev. 2023.

HERRMANN, Hildebrando. Marco regulatório da mineração brasileira. *In*: MARTINS, Jaime; LIMA, Paulo César Ribeiro (coord.) **Setor mineral**: rumo a um novo marco legal. Brasília: Câmara dos Deputados, 2011. p. 149-170. (Caderno de Altos Estudos 8).

HERRMANN, Hildebrando. **Política de aproveitamento de areia no Estado de São Paulo**: dos conflitos existentes às compatibilidades possíveis. Rio de Janeiro: CETEM/CNPQ, 1992.

HOLMES, Stephen; SUNSTEIN, Cass R. **The cost of rights**: why liberty depends on taxes. New York: Norton, 2000.

OLIVEIRA, Márcio Luís de. **A constituição juridicamente adequada**. Belo Horizonte: Editora D'Plácido, 2016.

NEVES, Alice Santos Veloso Neves. **Mineração e desenvolvimento constitucionalmente adequados**: análises com enfoque em políticas públicas e diagnósticos dos impactos da mineração para o (não) desenvolvimento local em Goiás. São Paulo: Dialética, 2022.

SERRA, Silva Helena; ESTEVES, Cristina Campos. **Mineração**: doutrina, jurisprudência, legislação e regulação setorial. São Paulo: Saraiva, 2012. (Coleção direito econômico).

VIVACQUA, Atílio. **A nova política do subsolo e o regime legal das minas**. Rio de Janeiro: Panamericana, 1942.

SUDECO
SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO CENTRO-OESTE

SIC
Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Serviços

GOVERNO DE GOIÁS
O ESTADO QUE DÁ CERTO



RELATÓRIO

Economia Mineral de Goiás

Organização:
Prof. Dr. Mario Cesar Gomes de Castro, 2024

SUDECO
SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO CENTRO-OESTE
FUNAPE
Fundação de Apoio à Pesquisa
Universidade Federal de Catalão
UFG
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
Universidade Estadual de Goiás
SIC
Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Serviços
GOVERNO DE GOIÁS
O ESTADO QUE DÁ CERTO



GOVERNO DO ESTADO DE GOIÁS - GO

SECRETARIA DE INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS - SIC

CONTRATO Nº 002/2022

Mapeamento de Oportunidades de
Crescimento do Setor Mineral em Goiás
2022-2042

GOVERNO DO ESTADO DE GOIÁS - GO
SECRETARIA DE INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS - SIC

PROF. DR. MARIO CESAR GOMES DE CASTRO

RELATÓRIO PRODUTO D:
RELATÓRIO ANALÍTICO DA ECONOMIA MINERAL DE GOIÁS

GOIÂNIA

2023

Organizador

PROF. DR. MARIO CESAR GOMES DE CASTRO (UEG)

AUTORIA

Prof.ª Dra. Adriana Pereira de Sousa
Graduação em Ciências Econômicas; Especialização (*Lato Sensu*) em Metodologia do Ensino Superior; Mestrado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio; Doutorado em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento; Pós-doutorado (em andamento) em Desenvolvimento Regional.
Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/9182921632308455

Prof.ª Dra. Divina Aparecida Leonel Lunas
Graduação em Ciências Econômicas; Mestrado em Desenvolvimento Econômico; Doutorado em Desenvolvimento Econômico; Pós-doutorado em Economia.
Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/1924813918867102

Prof.ª Dra. Joana D'arc Bardella Castro
Graduação em Ciências Econômicas; Mestrado em Economia de Empresas; Doutorado em Economia; Pós-doutorado em Economia.
Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/8583382182237707

Prof. Dr. Mario Cesar Gomes de Castro
Graduação em Ciências Econômicas; Graduação em Ciências Contábeis; Mestrado em Geociências; Doutorado em *Desarrollo Local y Planificación Territorial*; Doutorado em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento.
Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/7434505763948986

Hamilton Matos Cardoso (voluntário)
Graduação em Geografia; Mestrado em Ciências Sociais e Humanidades; Doutorado (em andamento) em Geografia.
Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/3905771225620560

Miguel Gonçalves Cardoso Neto (voluntário)
Graduação (em andamento) em Ciências Econômicas.
Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/9188051426982630

Wellington Ribeiro Martins (voluntário)
Graduação em Zootecnia; Mestrado (em andamento) em Territórios e Expressões Culturais.
Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/9632863918793916

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP

Relatório PRODUTO D [recurso eletrônico] : relatório analítico da economia mineral de Goiás / Mario Cesar Gomes de Castro (org.). - 2024.
250 p..: il.

Bibliografia
Inclui mapas, lista de figuras, lista de quadros, lista de tabelas.

ISBN:

1. Economia minera. 2. Setor mineral goiano. 3. Política mineral-Goiás. I. Castro, Mario Cesar Gomes de, org.

CDU: 548/549

Elaborada pela Bibliotecária Keyla de Faria – CRB-1/3227.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Goiás: Títulos minerários e áreas de interesse mineral -2008 16
Figura 2 - Distribuição das principais reservas minerais em Goiás - 2017 52
Figura 3 - Malha rodoviária brasileira 88
Figura 4 - Malha ferroviária brasileira 90
Figura 5 - Complexo portuário brasileiro 91
Figura 6 - Malha rodoviária do estado de Goiás 94
Figura 7 - Traçado da Ferrovia Norte-Sul – Goiás e Tocantins 95
Figura 8 - Ferrovia FCA 96
Figura 9 - Hidrovias do Brasil 97
Figura 10 - Malha hidrelétrica, empreendimentos geradores de energia hidrelétrica, redes de transmissões e centros urbanos do Estado de Goiás 98
Figura 11 - Posicionamento das principais reservas minerais, ferrovias e rodovias em Goiás 104
Figura 12 - Tecnologias para a mineração 4.0 107
Figura 13 - Desenvolvimento do marco regulatório da indústria de mineração brasileira 163
Figura 14 - Recursos minerais de urânio identificados no Brasil 182

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Evolução da variação percentual (%) do PIB da construção civil no PIB do Brasil 20

Gráfico 2 – Goiás: número de empregos na construção civil - 2010-2021 20

Gráfico 3 – Goiás: Valor Adicionado Bruto a preços básicos (VABpb), segundo grupos de atividades. Participação percentual - 2010-2020 22

Gráfico 4 – Brasil: Valor Adicionado Bruto a preços básicos (VABpb), segundo os grupos de atividades. Participação percentual. 2000-2020 22

Gráfico 5 - Goiás: Produção (t) de milho, soja e sorgo - 2010-2021 23

Gráfico 6 - Goiás: Efetivo de cabeças de galináceos. 2010-2021 23

Gráfico 7 - Goiás: efetivo de cabeças do rebanho bovino - 2010-2021 24

Gráfico 8 - Participação percentual de Goiás na arrecadação nacional de CFEM - 2010 a 2022. Linha de tendência linear 33

Gráfico 9 - Goiás: número de empregos por setores selecionados - 2010-2021 38

Gráfico 10 - Goiás: participação percentual dos setores escolhidos no total de empregos - 2021 40

Gráfico 11 - Participação percentual do setor da construção civil no total de empregos do Estado - 2021 40

Gráfico 12 - Valor de Produção dos principais estados no Brasil - 2012 a 2021 45

Gráfico 13 - Valor de Produção Mineral de Goiás - 2012 a 2021 45

Gráfico 14 - Goiás: intervalos de idades de trabalhadores na extrativa mineral e na indústria de produto mineral não metálico - 2021 61

Gráfico 15 - Goiás: municípios selecionados, distribuição relativa (%) de trabalhadores por sexo nos setores produtivos. 2021 63

Gráfico 16 - Goiás, faixa remuneração média (Salário Mínimo - SM), extrativa mineral e indústria de produto mineral não metálico - 2021 65

Gráfico 17 - Retrato atual das rodovias goianas, 2023 93

Gráfico 18 - Valor adicionado bruto a preços básicos, participação (%) no total do PIB estadual, 2010-2020 120

Gráfico 19 - Goiás, participação (%) da indústria extrativa e da indústria de transformação na estrutura produtiva 121

Gráfico 20 - Alto Horizonte, participação dos setores econômicos no valor adicionado bruto a preços básicos (%) 124

Gráfico 21 - Barro Alto, participação dos setores econômicos no valor adicionado bruto

a preços básicos (%) 125
Gráfico 22 - Pilar de Goiás, participação dos setores econômicos no valor adicionado bruto a preços básicos (%)..... 125
Gráfico 23 - Minaçu, participação dos setores econômicos no valor adicionado bruto a preços básicos (%) 125
Gráfico 24 - Participação dos municípios goianos nas exportações do complexo mineral - 2021 138
Gráfico 25 - Participação dos países nas exportações do complexo mineral de Goiás - 2021 142
Gráfico 26 - Participação dos grupos de produtos importados por Goiás em 2021 143
Gráfico 27 - Brasil, exportações – participações por substâncias, terceiro trimestre de 2023 149
Gráfico 28 - Dados do faturamento do setor mineral brasileiro, R$ em bilhões - 2022 154
Gráfico 29 - Rodadas de disponibilidade de áreas e arrecadação por Estado - 2022 182
Gráfico 30 - ICMS mineral em números índices (2018 = 100) e ICMS mineral como proporção do ICMS total..... 185
Gráfico 31 - Crescimento na arrecadação de TAH e CFEM em números índice. Base = 2004 186
Gráfico 32 - Alvarás de Pesquisa, requerimento de pesquisa e portarias de lavra em números índice - Base = 2002 188

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Goiás: principais depósitos e ocorrências minerais 14
Quadro 2 - Anexo da Resolução n. 2.2021 25
Quadro 3 - Principais danos causados pela ação mineradora 54
Quadro 4 - Goiás, municípios selecionados, principais escolas e cursos profissionalizantes 70
Quadro 5 - Sebrae, critério de classificação do porte de empresas segundo o número de empregados 110
Quadro 6 - Classificação do porte de empresas, Lei Complementar n. 123/2006 110
Quadro 7 - BNDES, critério de classificação do porte das empresas 110
Quadro 8 - ANM, critério de classificação por Produção Bruta (ROM) 111
Quadro 9 - ANM, critério de definição de porte das empresas/pessoa física por Valor da Produção Mineral (VPM) 111
Quadro 10 - Critérios da distribuição da CFEM segundo a Lei n. 13.540, de 18/12/2017 123
Quadro 11 - Potencialidades para os municípios com maior participação no PIB em Goiás - 2022 132
Quadro 12 - Usos possíveis dos principais minérios produzidos em Goiás 150
Quadro 13 - Síntese das alterações promovidas pelas Medidas Provisórias (MPs) nº 789, 790 e 791 161
Quadro 14 - Síntese dos principais regramentos federais e estaduais para a mineração a partir de 1960 no Brasil 165
Quadro 15 - Tendências globais que afetam a dinâmica mineral e as regulamentações 167
Quadro 16 – Box 1 – minerais estratégicos e minerais críticos 169
Quadro 17 – Box 2 - Expectativas de investimentos no setor mineral: como Goiás se posiciona no mercado nacional? 175
Quadro 18 - Principais medidas regulatórias e legais voltadas para o aumento da segurança operacional e seus possíveis efeitos sobre o setor mineral a partir de 2000 177
Quadro 19 - Principais medidas regulatórias e ordenamentos legais previstos que estão voltados para o aumento da eficiência e da desburocratização e seus efeitos sobre o setor mineral 180
Quadro 20 - Principais medidas regulatórias e ordenamentos legais previstos que estão voltados para a arrecadação tributária e seus efeitos sobre o setor mineral



..... 184
Quadro 21 - Principais medidas regulatórias e ordenamentos legais previstos que estão voltados para o incentivo à atividade minerária 187
Quadro 22 - Box - Novas medidas políticas e regulatórias em estudo para empresas mineradoras 190
Quadro 23 - Síntese dos efeitos das medidas regulatórias sobre as distintas etapas da cadeia produtiva mineral e Goiás 192
Quadro 24 - Transformações x Empregos 201
Quadro 25 - Desafios e oportunidades de PD&I no beneficiamento de mineral..... 207

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Reservas medidas de minérios em Goiás - 2017 17

Tabela 2 - Valor da produção mineral, valor nominal, R$, por substância - 2022 18

Tabela 3 - Goiás: As 10 maiores empresas por valor de produção comercializada - 2017 19

Tabela 4 - Arrecadação da Compensação Financeira pela Exploração Mineral - CFEM (valores nominais) e posição da participação de Goiás no Brasil - 2010 a 2022 32

Tabela 5 - Goiás, participação percentual do tipo de minério no total da arrecadação da CFEM estadual - 2010 a 2022 34

Tabela 6 - Goiás, participação (%) dos municípios na arrecadação do CFEM - 2022 .. 35

Tabela 7 - Goiás, percentual de participação de municípios no total dos empregos do Estado, por setor produtivo (escolhido), as dez primeiras colocações, participação do município no total da Contribuição Financeira pela Exploração Mineral (CFEM) - 2021 41

Tabela 8 - Participação dos municípios goianos do valor de produção mineral - 2021 . 47

Tabela 9 - Goiás, faixa etária de pessoas empregadas na extrativa mineral e na indústria de produto mineral não metálico - 2021 60

Tabela 10 - Goiás, extrativa mineral, sexo do trabalhador - 2021 62

Tabela 11 - Goiás, municípios selecionados, nível escolar dos trabalhadores na atividade extrativa mineral - 2021 64

Tabela 12 - Goiás, municípios selecionados, participação (%) da escolaridade dos trabalhadores por setores econômicos - 2021 64

Tabela 13 - Goiás, municípios selecionados, rendimento médio (R$1,00) - 2021 66

Tabela 14 - Goiás, municípios selecionados, taxa de alfabetização (%) – de 2000 a 2010, taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade - 2010 67

Tabela 15 - Goiás, municípios selecionados, IDM geral, IDM Educação, infraestrutura dos prédios das escolas públicas urbanas - 2020 68

Tabela 16 - Goiás, municípios selecionados, número de estabelecimentos de ensino - 2021 69

Tabela 17 - Valor de produção mineral das principais substâncias no estado de Goiás – 2021 76

Tabela 18 - Desempenho Global de Continuidade (DGC) das concessionárias de grande porte no fornecimento de energia elétrica - 2022 99

Tabela 19 - Quantidade de empresas segundo o porte no Brasil e Goiás (2021) e percentual de participação 112
Tabela 20 - Goiás, quantitativos por porte das minas e usinas e captações por municípios - 2021 112
Tabela 21 - Goiás, quantitativos por porte das minas e usinas e captações por substância - 2021 115
Tabela 22 - Goiás, produto interno bruto a preços correntes (R$ mil), valor adicionado bruto a preços básicos (R$ mil) - 2010 a 2020 119
Tabela 23 - Estado de Goiás, participação na estrutura produtiva (%) - 2015-2020 121
Tabela 24 - Goiás, participação de municípios selecionados no valor recolhido da CFEM no estado (%), participação da CFEM no PIB municipal (%) e participação do PIB do município no PIB estadual (%) - 2020 122
Tabela 25 - Goiás, municípios selecionados, valor recolhido da CFEM, receita orçada para 2020, participação percentual da CFEM na receita municipal (%) - 2020 123
Tabela 26 - Goiás, valor da transformação industrial (mil reais) de empresas industriais com 5 ou mais pessoas ocupadas, segundo as divisões de atividades (CNAE 2.0) - 2010, 2015 e 2020 127
Tabela 27 - Goiás, percentual de participação da extrativa mineral e da indústria de transformação mineral - 2020 135
Tabela 28 - Principais produtos exportados pelo estado de Goiás no período de 2020 a 2021 em FOB US$ 136
Tabela 29 - Principais municípios exportadores do estado de Goiás, valores e participação no valor total do ano de 2021 137
Tabela 30 - Valor de importações de produtos minerais por município em Goiás no ano de 2021 144
Tabela 31 - Valor de importações de produtos minerais por país em Goiás no ano de 2021 145
Tabela 32 - Variação do faturamento do setor mineral 148
Tabela 33 - Brasil, principais investimentos previstos (2023-2027), variação e participação percentual 149
Tabela 34 - Goiás, faixa etária de pessoas empregadas na extrativa mineral - 2021 247

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO 12

1 INTRODUÇÃO 13

2 RELATÓRIO ANALÍTICO DA ECONOMIA MINERAL DE GOIÁS 14

2.1 Levantamento de informações atualizadas dos aspectos econômicos, políticos e regulatórios associados à descoberta, extração, processamento, uso, reaproveitamento e disposição dos recursos minerais 14

2.1.1 Análise das relações de oferta e demanda dos bens minerais de Goiás 14

2.1.1.1 As possibilidades da mineração em Goiás: a oferta 14

2.1.1.2 Demanda em evolução 19

2.1.1.3 O mercado de minerais em Goiás: algumas considerações 26

2.1.2 Tributos e compensações financeiras 26

2.1.3 Compensação Financeira Pela Exploração Mineral – CFEM 32

2.1.4 Empregos gerados pela cadeia produtiva mineral 37

2.1.5 Considerações gerais 42

2.2 Levantamento e análise de dados 44

2.2.1 Valor da produção mineral do Estado 44

2.2.1.1 Das reservas medidas 47

2.2.2 Contextualização das principais questões socioambientais relacionadas com a atividade minerária em Goiás 53

2.2.2.1 Principais problemas causados ao meio ambiente 53

2.2.2.2 Observações pertinentes 59

2.2.3 Caracterização da mão de obra na indústria minerária 59

2.2.3.1 Mão de obra na mineração em Goiás: principais características 60

2.2.3.2 Indicadores educacionais que influenciam nas características para a formação do trabalhador 67

2.2.3.3 Observações pertinentes 72

2.2.4 Identificação dos minerais estratégicos em Goiás, analisando as tendências de mercado para médio e longo prazos (2030/2050), o potencial de exploração e seu impacto na economia 73

2.2.4.1 O boom da mineração na virada dos anos 2000 74

2.2.4.2 Carta minerária em Goiás: recursos estratégicos 76

2.2.4.3 Projeções para a demanda mineral no médio e longo prazo 79

2.2.5 Avaliação da infraestrutura e logística existente para a produção e o escoamento mineral e os desafios que afetam a produtividade 86
2.2.5.1 Infraestrutura e mineração no Brasil 87
2.2.5.2 Infraestrutura no Estado de Goiás 92
2.2.5.3 O Fundeinfra e a infraestrutura rodoviária: perspectivas para o Estado de Goiás ... 99
2.2.5.4 Observações pertinentes 102
2.2.6 Identificação das principais linhas de pd&i das tecnologias disponíveis no mercado e oportunidades de sua aplicação no Estado 105
2.2.6.1 Linhas de pesquisa, desenvolvimento e inovação das tecnologias para setor mineral 106
2.2.6.2 Observações pertinentes 108
2.2.7 Principais desafios dos micros e pequenos empreendedores minerais 109
2.2.7.1 O conceito de micro e pequeno empresa ou empreendimento 109
2.2.7.2 As micro e pequenas empresas no Brasil e em Goiás 112
2.2.7.3 Os desafios das micros e pequenas empresas de mineração em Goiás 115
2.2.7.4 Observações pertinentes 118
2.2.8 Participação da produção mineral na formação do produto interno bruto 118
2.2.8.1 Produto Interno Bruto (PIB) 119
2.2.8.2 A produção mineral no PIB goiano 120
2.2.8.3 Outras informações da mineração na economia goiana 126
2.2.8.4 Observações pertinentes 127
2.2.9 Avaliação do potencial de diversificação da economia dos municípios nos quais a mineração tem uma participação significativa no pib e que possuem empreendimentos minerários com provisão de encerramento nos próximos 20 anos 127
2.2.9.1 Observações pertinentes 133
2.2.10 Exportações de minerais 133
2.2.11 Principais países importadores de produtos minerais de Goiás 137
2.2.12 Importações minerais 142
2.2.13 Principais países exportadores de produtos minerais para Goiás 144
2.2.14 Considerações gerais 145
2.3 Cenários e condicionantes futuros: impactos direitos na produção mineral 147
2.3.1 Avaliação das perspectivas de demandas de mercado: tendências na produção mineral e seus reflexos na economia do estado 147
2.3.2 Projeções da produção mineral: consequências no mercado e na economia do estado 153

2.3.2.1 Projeções, mercado e economia do setor mineral de Goiás *153*
2.3.2.2 Observações pertinentes *156*
2.3.3 Avaliação do impacto de possíveis medidas políticas e regulatórias, a serem adotadas a nível estadual, nacional e internacional, nas indústrias de extração em Goiás 157
2.3.3.1 Histórico e evolução recente dos principais marcos legais da mineração no Brasil 158
2.3.3.2 Reformas importantes na regulação da atividade mineral pós-Constituição de 1988 ..... *160*
2.3.3.3 Tendências e prováveis medidas políticas e regulatórias e seus possíveis efeitos na cadeia produtiva mineral *166*
2.3.3.4 Observações pertinentes *192*
2.3.4 Avaliação do futuro dos recursos humanos no setor mineral frente às novas tecnologias 194
2.3.4.1 Mineração, tecnologia e perfil da mão de obra *195*
2.3.4.2 Indústria 4.0 e os impactos na formação da mão de obra *197*
2.3.4.3 A formação da mão de obra no contexto da indústria 4.0 ..... *202*
2.3.4.4 Observações pertinentes *203*
2.3.5 Panorama das novas tecnologias para o setor mineral e possíveis impactos na economia de Goiás 204
2.3.5.1 Panorama de novas tecnologias aplicáveis à mineração *205*
2.3.5.2 Tecnologias para beneficiamento mineral *206*
2.3.5.3 Mineração a seco como uma tendência *208*
2.3.5.4 Tecnologias para o tratamento de rejeitos *209*
2.3.5.5 Impactos para a economia goiana *211*
2.3.5.6 Observações pertinentes *212*
2.3.6 Avaliação das principais questões socioambientais em Goiás 213
2.3.6.1 Goiás e o enfrentamento dos problemas socioambientais *214*
2.3.6.2 Observações pertinentes *221*
2.3.7 Considerações gerais 221
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES 223
REFERÊNCIAS 225
ANEXO A 245

APRESENTAÇÃO

Este relatório faz parte do Contrato 02/2022 – SIC, assinado em 13.06.2022, que tem como objeto a elaboração e execução do Mapeamento de Oportunidades de Crescimento do Setor Mineral em Goiás 2022-2042. O conteúdo apresenta as partes do "Relatório analítico da Economia Mineral de Goiás".

Seguem os produtos do MAP, para conhecimento:

- PRODUTO A: Relatório "Contexto histórico da mineração em Goiás";
- PRODUTO B: Relatório "Contexto da Geologia em Goiás";
- PRODUTO C: Relatório "Arcabouço legal da atividade mineral";
- PRODUTO D: "Relatório analítico da economia mineral de Goiás";
- PRODUTO E: "Relatório analítico das substâncias minerais exploradas em Goiás";
- PRODUTO F: Banco de dados consolidado;
- PRODUTO G: Relatório analítico dos dados e redação do estudo diagnóstico R;
- PRODUTO H: Realização de seminário de debates e discussões;
- PRODUTO I: Documento consolidado e publicado com o "Mapeamento de oportunidades do Setor Mineral do estado de Goiás 2022-2042".

1 INTRODUÇÃO

A mineração tem relevância histórica para o estado de Goiás por ter a busca pelo ouro como o marco inicial para o seu surgimento (no começo dos anos de 1700) e foi de grande importância para a sedimentação de muitos núcleos urbanos. A produção aurífera teve declínio no final dos anos de 1700, dando lugar de protagonista da economia à pecuária. A atividade mineira, no entanto, sobreviveu por meio do garimpo.

O advento da criação de Goiânia e de Brasília elevou a demanda por insumos para construção civil e de rochas ornamentais. Outro fator determinante para ampliação da procura por produtos minerais em Goiás foi a expansão da fronteira agrícola do Sudeste, que chegou ao Estado ampliando o consumo de calcário, entre outros bens. Esses fatos resgataram a importância do setor mineral na economia.

No século XXI, o peso econômico e social da mineração foi fortalecido pelo seu caráter de fornecedora de matérias-primas a setores como a agropecuária (que tem crescido em volume de produção e em área plantada), a construção civil e as vendas ao exterior. O destaque da produção mineral no estado em 2022 foi dos bens metálicos: níquel, cobre, nióbio e ouro. Em segundo plano, porém não menos importante, dos minerais não metálicos se ressaltaram: o calcário, o fosfato, o amianto e as rochas (britadas) e cascalho. A mineração de Goiás no mesmo ano representou 5,25% do valor da produção brasileira, deixando o estado em terceiro lugar nacionalmente. Nas exportações do setor mineral goiano se destacam a venda de ferroligas, cobre, ouro e amianto, que representaram aproximadamente 20% da pauta de exportações do estado.

A leitura sobre o setor mineral no estado pode ser realizada ainda pelo volume de tributos e empregos gerados, bem como pela distribuição espacial das ocorrências, jazidas e minas pelo território goiano. Essas variáveis compõem o mosaico para estudo da mineração de Goiás deste caderno, que tem por objetivo executar um diagnóstico da economia mineral goiana, bem como de seus condicionantes e tendências para o futuro do setor. Para se alcançar tal objetivo, fez-se um estudo bibliográfico.

A seguir se tem o texto dividido em três partes: na primeira está o levantamento das informações dos aspectos econômicos, políticos e regulatórios do setor minera; na segunda está uma análise de dados da economia mineral; e, finalmente na terceira parte, realizam-se discussões sobre os condicionantes futuros para a mineração.

2 RELATÓRIO ANALÍTICO DA ECONOMIA MINERAL DE GOIÁS

2.1 Levantamento de informações atualizadas dos aspectos econômicos, políticos e regulatórios associados à descoberta, extração, processamento, uso, reaproveitamento e disposição dos recursos minerais

2.1.1 Análise das relações de oferta e demanda dos bens minerais de Goiás

2.1.1.1 As possibilidades da mineração em Goiás: a oferta

O mercado ofertante pode ser analisado pelas possibilidades de aproveitamento dos minerais, com as ocorrências, depósitos (Quadro 1) e reservas minerais definidas, e se limita pela capacidade de produção das empresas instaladas. Essa capacidade poderá ser ampliada por alterações no processo tecnológico e por resultado de novas pesquisas. Tal conceito remete à finitude das operações de extração do minério, ou seja, delimita a vida útil ou o momento de exaustão da mina.

Outra característica ímpar da mineração é a imutabilidade do local da operação de explotação do minério. O que poderá ser alterado é a possibilidade de beneficiamento e/ou transformação do bem em local diferente. O potencial de oferta de minérios (Quadro 1), que se vislumbra com ocorrências ou depósitos conhecidos, demonstra que o estado tem condições de futuramente fornecer para o mercado muito mais produtos do que atualmente são comercializados, justificando maiores investimentos em pesquisas.

Quadro 1 – Goiás, principais depósitos e ocorrências minerais

continua

Mineral		
Agalmatolito	Cobre/Ouro	Metacalcário
Água-mar/Be	Cobre/Prata	Mica
Água mineral	Cobre/Zinco	Mica/Turmalina
Água potável	Crisoprásio	Molibdênio
Água sulfurosa	Cristal de rocha	Morion
Água Termal	Cromita	Muscovita
Ametista	Cromo	Nióbio/Fosfato/Vermiculita
Amianto	Cromo/Talco	Níquel
Amianto/Mica	Cobre/Ouro/Prata	Ouro
Amianto/Talco	Cobre/Ouro/Cianita	Ouro/Rutilo
Andaluzita	Diamante	Ouro/Cassiterita
Apatita	Dolomítico	Ouro/Cobre

Quadro 1 – Goiás, principais depósitos e ocorrências minerais

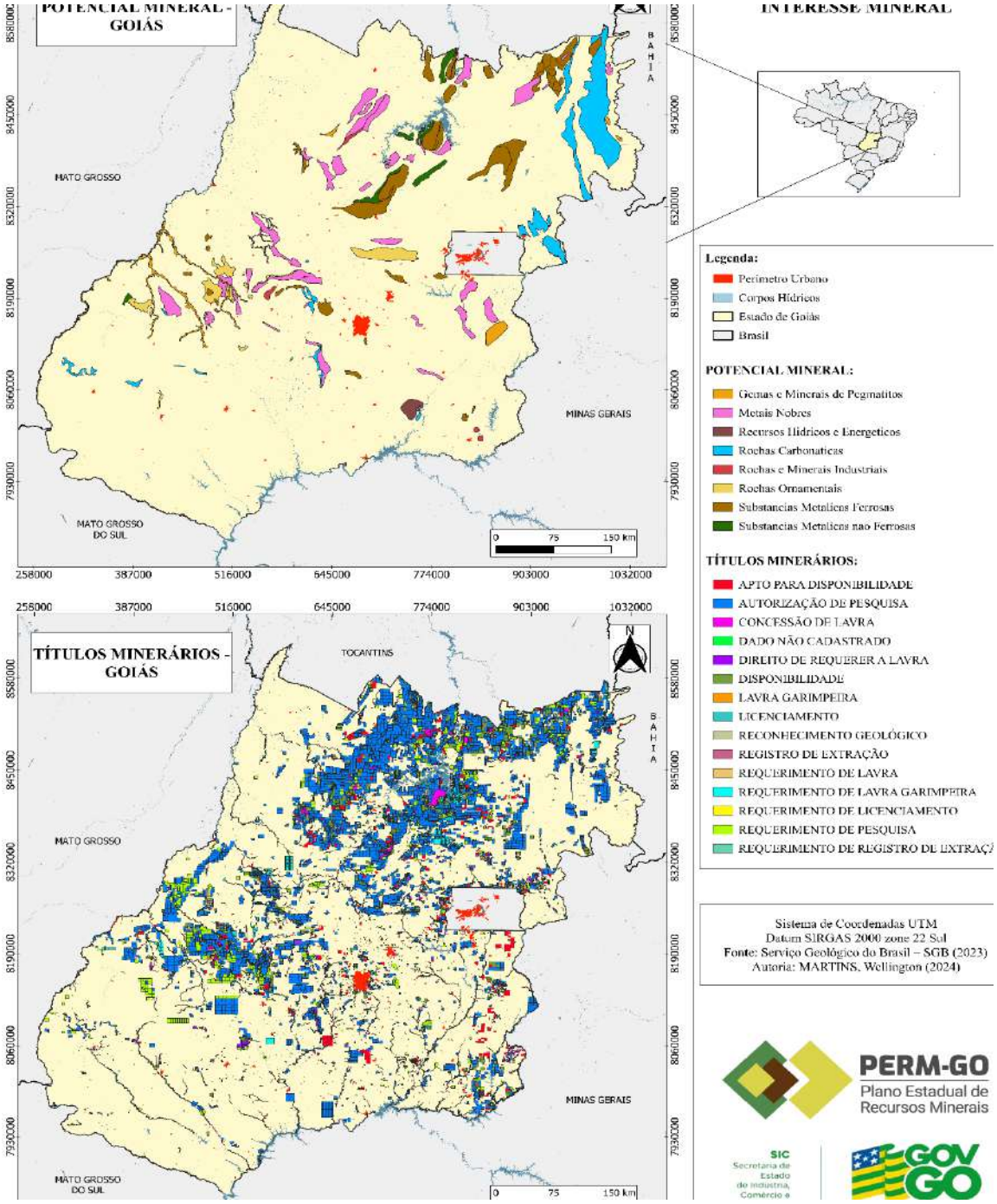
conclusão

Areia	Dolomito	Ouro/Diamante
Areia/Saibro	Epsomita	Ouro/Estanho
Arenito silicificado	Esmeralda	Pirita
Argila	Estanho	Platina
Argila cerâmica	Feldspato	Quartzito
Argila refratária	Ferro	Quartzito ornamental
Barita	Ferro/Manganês	Quartzo
Bauxita	Filito	Rocha ornamental
Bentonita	Fluorita	Rutilo
Berilo	Folhelho	Serpentinito
Berilo dourado	Folhelho carbonoso	Sienito
Brita	Fosforita	Talco
Calcário	Galena	Talco lamelar
Calcário calcífico	Gipsita	Talco/Amianto
Calcário dolomítico	Grafita	Tantalita
Calcário/Manganês	Granada	Terras raras
Calcedônia	Granito	Titânio
Calcita	Granulito	Titanita
Cassiterita	Ilmenita	Tremolita
Cassiterita/Ouro	Ilmeno	Trona
Caulim	Laterito	Turfa
Chumbo	Limonita/Argila	Turmalina
Chumbo/Zinco	Manganês	Urânio
Cianita	Mármore	Vanádio
Citrino	Mármore calcítico	Vermiculita
Cobre	Mármore dolomítico	Walfranio
Cobre/Níquel	Mármore ornamental	Zinco

Fonte: Criado a partir de CPRM (2014, p. 3-6).

Esse potencial e a diversificação de bens minerais são encontrados em aproximadamente 200 municípios, dos 246 existentes, e distribuídos em todas as microrregiões do estado. Os mais conhecidos e estudados estão localizados na porção norte de Goiás (Figura 1) e estão representados nas categorias de metais ferrosos e não ferrosos, gemas e pedras preciosas, rochas e minerais industriais e para o agronegócio, bem como para a construção civil, ainda há água mineral e termal.

Figura 1 – Goiás, títulos minerários e áreas de interesse mineral -2008



Fonte: Wellington Martins (2024).

Outra informação relevante para se conhecer o potencial do mercado ofertante são as reservas minerais medidas (Tabela 1). Elas fornecem uma dimensão mais exata do que se pode produzir.

Tabela 1 - Reservas medidas de minérios em Goiás - 2017

Substância	Reserva medida em 2017	N° de Municípios	Maior reserva (GO)
Água Mineral (v. 1l/h)	147.360,00	30	Formosa (13,17%)
Agalmatolito (t)	361.232,77	1	Vianópolis (100%)
Alumínio (t)	80.064.399,36	3	Barro Alto (94,35%)
Amianto (t)	202.550.408,00	1	Minaçu (100%)
Areia (t)	713.703.788,04	34	Cristalina (16,5%)
Argila p/ cerâmica	27.539.501,90	18	Planaltina (25,4%)
Argila p/ cimento (t)	108.358.412,52	8	Formosa (54,9%)
Argila refratária (t)	75.554.707,26	5	Catalão (69,9%)
Barita (t)	24.551.457,41	3	Catalão (95,7%)
Brita (t)	2.302.409.143,10	66	Goianira (28,35%)
Calcário agrícola (t)	2.434.300.694,44	42	Vila Propício (11,20%)
Calcário p/ cal (t)	602.902.191,31	11	Divinópolis de Goiás (46,5%)
Calcário p/ cimento (t)	4.539.955.937,51	8	Anicuns (30,7%)
Calcário p/ rações	83.988.620,15	6	Anicuns (43,1%)
Cascalho (t)	8.529.833,34	26	Cachoeira de Goiás (32,35%)
Caulim (t)	30.161.244,00	4	Formoso (43,25%)
Cianita (t)	111.921,00	2	Goiás (95,6%)
Cobalto (t)	7.325.959,47	6	Diorama (47,75%)
Cobre (t)	237.377.497,04	6	Alto Horizonte (65,37%)
Diamante	67.102.631,00	4	Fazenda Nova (41,9%)
Ferro (t)	3.948.010,00	2	Vicentinópolis (85%)
Filito (t)	16.656.121,00	4	Niquelândia (74,4%)
Fosfato (t)	233.878.695,88	3	Catalão (79,65%)
Granito (t)	14.506.000,00	1	Cezarina (100%)
Manganês (t)	4.499.368,29	6	Cavalcante (44,45%)
Nióbio (t)	110.821.502,19	2	Catalão (47,9%)
Níquel (t)	180.654.137,85	8	Montes Claros de Goiás (35,3%)
Ouro (t)	150.213.251,60	12	Nova Iguaçu de Goiás (49%)
Prata (t)	229.620.117,45	4	Alto Horizonte (67,6%)
Quartzito	991.300,00	1	Santo Antônio do Descoberto (100%)
Rochas de revestimento	1.398.822.584,12	44	Corumbá de Goiás (42,7%)
Saibro	5.452.315,00	2	Águas Lindas de Goiás (85,3%)
Siltito	2.885.282,77	2	Montividiu (84,85%)
Talco	2.644.252,89	2	Aloândia (73,8%)
Titânio (t)	38.536.832,00	5	Ouvidor (98,65%)
Vermiculita (t)	12.527.761,00	4	Ouvidor (41,95%)

Fonte: Superintendência do ANM – GO/DF (Agência Nacional de Mineração, 2018).

A produção efetiva de minerais em 2022 gerou R$13.926.635.227,67 de Valor da Produção Mineral (VPM), com destaque para os minerais metálicos – níquel, cobre, nióbio e ouro –, que somaram 70,6% da VPM (Tabela 2). O calcário foi o que mais se destacou dos minerais não

metálicos com 8.6% da VPM em 2022.

Tabela 2 - Valor da produção mineral, valor nominal, R$, por substância - 2022

Minério	R$	Percentual (%) de participação do VPM
Níquel	4.476.256.062,45	32,14
Cobre	2.400.533.614,00	17,24
Nióbio	1.800.855.872,25	12,93
Calcário	1.191.914.991,09	8,56
Ouro	1.155.515.030,71	8,30
Fosfato	900.328.043,33	6,46
Amianto	649.016.373,10	4,66
Rocha (britada) e cascalho	537.668.833,81	3,86
Dolomito e magnesita	200.885.281,63	1,44
Água mineral	142.211.457,66	1,02
Areia	113.151.182,43	0,81
Alumínio (bauxita)	112.779.785,04	0,81
Vermiculita e perlita	95.721.022,57	0,69
Rochas ornamentais	46.838.166,40	0,34
Ferro	39.021.805,82	0,28
Feldspato, leucita e nefelina-sienito	30.348.374,29	0,22
Manganês	12.908.779,91	0,09
Areias industriais	9.745.968,45	0,07
Argilas	8.232.069,49	0,06
Gemas	843.101,60	0,0060
Bário	712.355,50	0,0050
Rochas ornamentais - outras	515.999,93	0,0030
Prata	405.158,00	0,0020
Titânio	125.162,71	0,0009
Talco e outras cargas minerais	100.735,00	0,0007
Total	13.926.635.227,67	100,00

Fonte: Agência Nacional de Mineração (2023a).

As reservas minerais estudadas, dispostas na Tabela 1, somadas às ocorrências e depósitos apresentados no Quadro 1 e frente à quantidade de bens produzidos (observados na Tabela 2), mostram que o potencial produtivo do estado ainda está distante de seu ótimo aproveitamento. Tal situação pode ser explicada por falta de viabilidade econômica, falta de mercado e desinteresse das empresas. Ou ainda há outros motivos que precisam ser conhecidos para melhor efetivação da política mineral do estado.

O quantitativo de empresas por porte das minas e captações (média anual) do estado em 2022 foi de 560 empresas registradas na ANM, sendo 52,1% microempresas, 29,3% pequenas, 15,4% médias e 3,2% grandes (Agência Nacional de Mineração, 2023). Dessas empresas, 75%

trabalhavam com não metálicos, 20,6% com água mineral, 4% com metálicos, 0,3% com gemas e diamantes. Já em relação ao quantitativo e ao porte das empresas e pessoas físicas pelo VPM a valores nominais (média anual), considerando 379 empresas apresentadas pela ANM, tem-se 55,9% microempresas, 23,5% pequenas, 17,2% médias e 3,4% grandes (Agência Nacional de Mineração, 2023). 80,7% delas trabalhavam com não metálicos; 15,6%, com água mineral; 3,4%, com metálicos; e 0,3%, com gemas e diamantes.

As maiores empresas em 2017, considerando o valor da produção comercializada, são: Mineração Maracá, Anglo *American* Níquel, Mineração Serra Grande, Niobras, Pilar de Goiás, entre outras. As 10 maiores somam 88,7% do total da produção comercializada do estado. Destas, somente duas empresas respondem por pouco mais de 51% da produção (Tabela 3), conforme os últimos dados disponibilizados pela ANM.

Tabela 3 – Goiás: As 10 maiores empresas por valor de produção comercializada - 2017

Ordem	Empresas	Minério	Participação no total
1	Mineração Maracá Indústria e Comércio S.A.	Cobre	25,77
2	Anglo *American* Níquel Brasil Ltda.	Níquel	25,67
3	Mineração Serra Grande S.A.	Ouro (Primário)	9,57
4	Niobras Mineração Ltda.	Pirocloro	6,24
5	Pilar de Goiás Desenvolvimento Mineral S.A.	Ouro (Primário)	5,18
6	Sama Sa Minerações Associadas	Crisotila	5,14
7	Vale Fertilizantes S.A.	Fosfato	4,95
8	Copebras Indústria Ltda.	Barita e Fosfato	4,64
9	Terra Goyana Mineradora Ltda.	Bauxita Metalúrgica	0,84
10	Mineração de Calcário Montividiu Ltda.	Calcário	0,66

Fonte: Agência Nacional de Mineração (2019).

Por fim, a possibilidade de oferta de bens minerais do estado é diversificada, podendo atender diversificado mercado demandante e propiciar bens para os novos mercados que estão surgindo. Enfim, Goiás necessita, para melhor aproveitamento desses mercados emergentes, de pesquisas, incentivos e investimentos.

2.1.1.2 Demanda em evolução

Para análise da demanda de bens minerais produzidos em Goiás, ter-se-á como base a construção civil, o agronegócio e o mercado internacional, grandes demandantes daqueles bens.

A - A construção civil

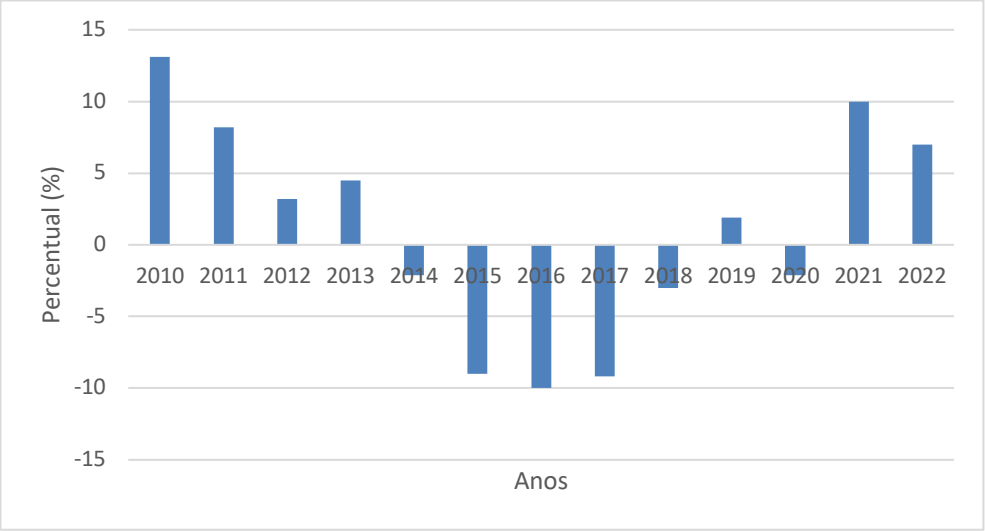
O setor da construção civil tem como principais insumos: calcário, dolomito, cal, cimento, asfalto, saibro, areia, cascalho, ferro, argilas e brita. Trata-se de produtos encontrados em

grande parte do estado de Goiás, dos quais se destacam o asfalto e o ferro (manufaturado).

Segundo os dados da Fundação João Pinheiro com base no ano de 2019, o déficit habitacional em todo o Brasil está em 5,8 milhões de moradias (Brasil, 2021a). Em Goiás, em 2020, havia 155.769 famílias e 401.650 pessoas em situação de déficit habitacional, segundo o Instituto Mauro Borges (2021). Se acrescentada a necessidade de bens públicos criada pelo aumento da urbanização das cidades brasileiras, tem-se um grande mercado a ser atendido (desconsiderando nesta análise o mercado de reformas e pequenas construções de pessoas físicas).

A participação do PIB da construção civil entre 2010 e 2016 teve queda (Gráfico 1) e apresentou recuperação em 2017. Contudo, com o advento da covid-19, a participação teve nova queda em 2020, apresentou crescimento novamente em 2021 (de 10%) e um pequeno recuo de 7% em 2022. Ressaltam-se, contudo, ótimas expectativas para 2023 e anos seguintes, segundo a CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2023)

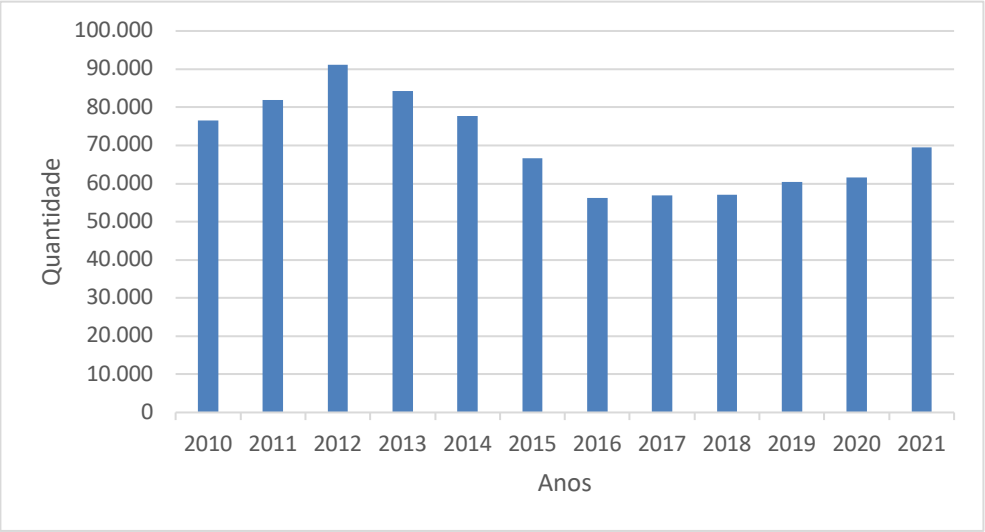
Gráfico 1 - Evolução da variação percentual (%) do PIB da construção civil no PIB do Brasil



Fonte: Câmara Brasileira da Indústria da Construção (2023).

Apesar do recuo da participação da construção civil no PIB estadual entre 2021 e 2022, os dados de avanço da criação de empregos na construção civil em Goiás (Gráfico 2) corroboram a expectativa de crescimento do setor. Esse indicador, que passou a ter crescimento a partir de 2016, teve pouco reflexo da pandemia da covid-19, apresentando tendência de crescimento de forma mais constante.

Gráfico 2 – Goiás, número de empregos na construção civil - 2010-2021



Fonte: Instituto Mauro Borges (2023).

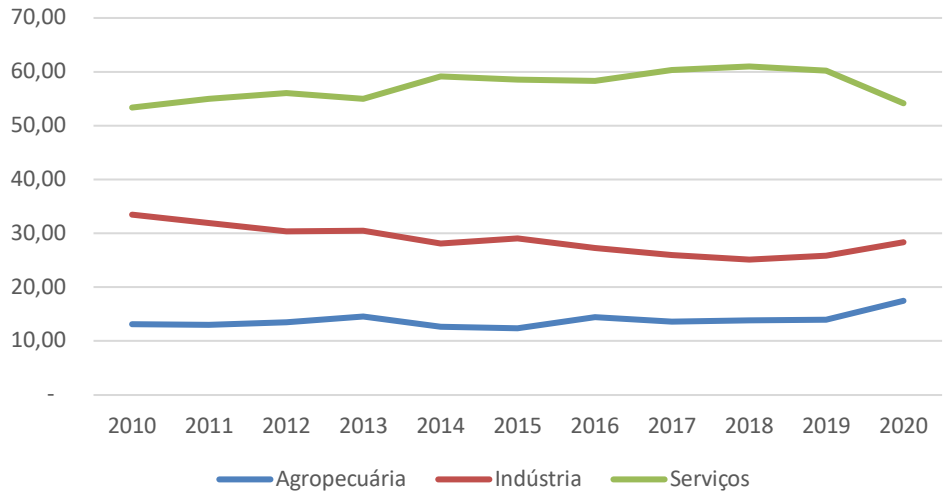
B - A agropecuária em destaque e crescimento

Segundo os apontamentos de Rezende (2001, p. 6), mais que carbono, hidrogênio e oxigênio, os demais nutrientes essenciais às plantas são nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cloro, cobre, ferro, manganês, molibdênio, zinco e cobalto.

Para a pecuária, segundo a Embrapa (2001), como exigências minerais sugeridas para bovinos de corte, os produtos são: a) Macroelementos: cálcio, fósforo, magnésio, potássio, sódio, enxofre; b) Microelementos: cobalto, cobre, iodo, ferro, manganês, selênio e zinco. E, para os galináceos, tem-se o seguinte: cálcio, fósforo, potássio, enxofre, magnésio (Araujo *et al.* 2008).

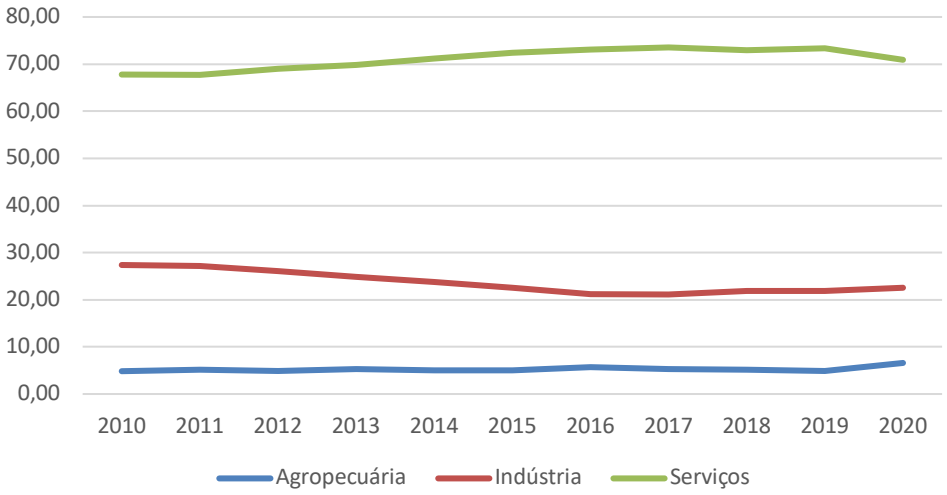
O setor da agropecuária apresenta crescimento relevante tanto em Goiás quanto no Brasil. Tal constatação pode-se observar pela evolução do Valor Adicionado (VA) no Gráfico 3, quando se tem crescimento da participação do setor na economia goiana. Em 2010, tinha participação de 13,1% e chegou a 17,49% no ano de 2020 (Instituto Mauro Borges, 2023). No caso brasileiro também houve crescimento, de 4,8% em 2010 para 6,7% em 2020 (Gráfico 4). Enquanto no Brasil o setor cresceu 1,8%, em Goiás a variação foi de 4,3% no mesmo período.

Gráfico 3 – Goiás: Valor Adicionado Bruto a preços básicos (VABpb), segundo grupos de atividades. Participação percentual - 2010-2020



Fonte: Instituto Mauro Borges (2023).

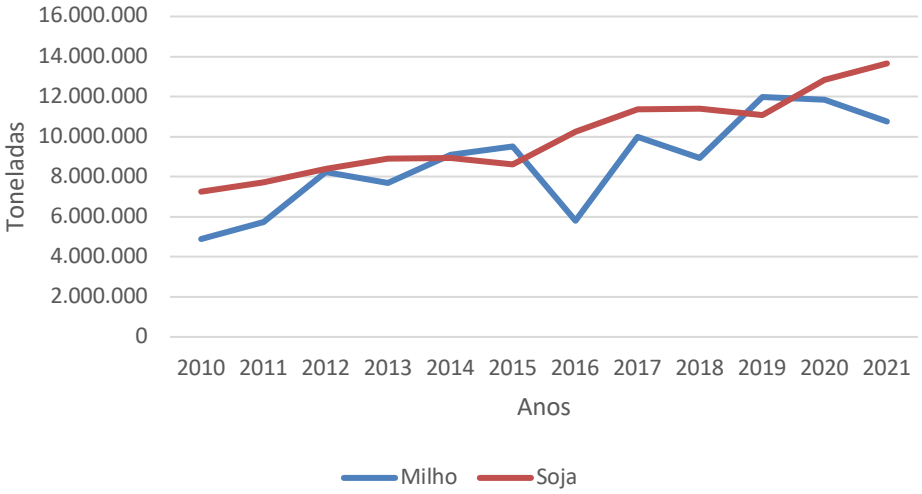
Gráfico 4 – Brasil, valor adicionado bruto a preços básicos (VABpb), segundo os grupos de atividades, participação percentual, 2000-2020



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2023).

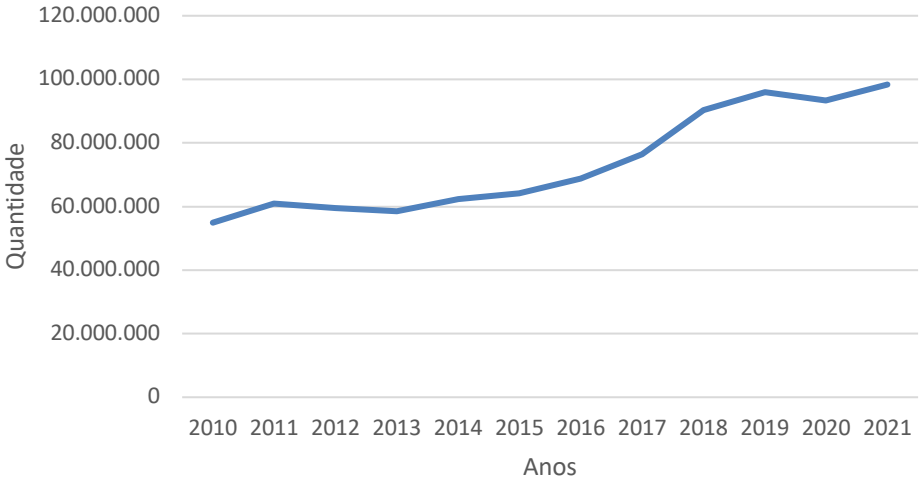
Essa tendência de crescimento da agropecuária se apoia em produtos como a soja e o milho (Gráfico 5) e no efetivo do rebanho bovino e galináceo (Gráfico 6 e 7). A soja teve sua produção elevada em 65,4% entre 2010 e 2021 e o milho, em 119,9% no mesmo período. Os galináceos aumentaram em 79,1% o seu número de cabeças, enquanto o rebanho bovino chegou a 13,8% de crescimento.

Gráfico 5 - Goiás: Produção (t) de milho, soja e sorgo - 2010-2021



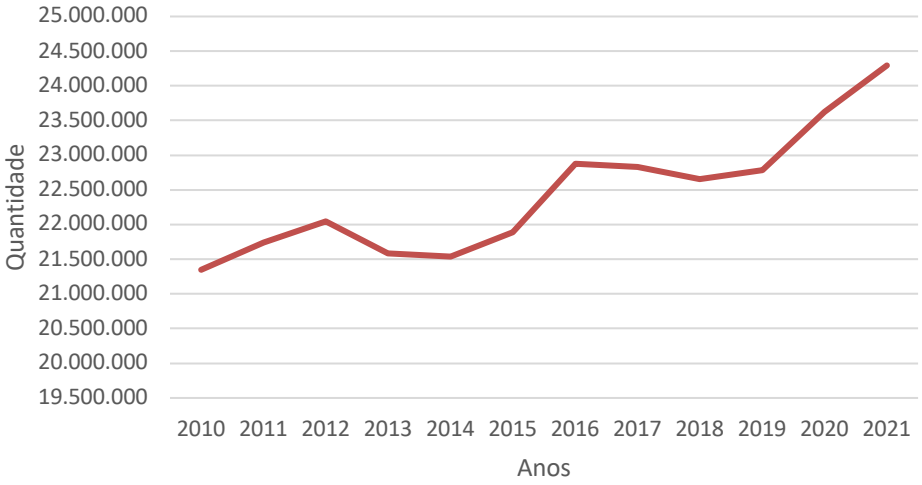
Fonte: Instituto Mauro Borges (2023).

Gráfico 6 - Goiás: Efetivo de cabeças de galináceos. 2010-2021



Fonte: Instituto Mauro Borges (2023).

Gráfico 7 - Goiás: efetivo de cabeças do rebanho bovino - 2010-2021



Fonte: Instituto Mauro Borges (2023).

C - O comércio internacional

O mercado internacional e suas tendências são premissas importantes para fundamentar políticas para busca de novos investimentos e ampliação da atividade mineral em Goiás. Segundo o Instituto Brasileiro da Mineração (2023), são boas as expectativas de elevação da demanda para os próximos anos, pós-pandemia, pelo surgimento de novos mercados, com demanda por bens geradores de menos carbono e atenção ao meio ambiente, que atendam às necessidades da transição energética. Mecanismos que beneficiem o bem-estar social também são tendências que se fortalecem ao passar do tempo, desde que tenham como parâmetros as boas práticas de ESG (governança, responsabilidade social e ambiental), que, se observadas por empresas e gestores públicos, tendem a atrair investimentos e demandantes. São cenários a serem considerados nos planejamentos de produção e incentivos.

No contexto dos novos mercados, há produtos considerados por diversos países como estratégicos e críticos, ou seja, minerais vitais para seu processo produtivo e para sua economia, que têm gerado grandes investimentos em locais com disponibilidade dos bens. Para conhecer a extensão desses produtos estratégicos e críticos, temos o exemplo do Brasil, cujo Ministério das Minas e Energias editou a Resolução n. 2, em 2021 (Brasil, 2021b), que define em seu anexo quais são os minerais estratégicos para o país (Quadro 2).

Quadro 2 - Anexo da Resolução n. 2.2021

Descrição	Minerais
I - Bens minerais importados dos quais o país depende em alto percentual para o suprimento de setores vitais da economia:	1. Enxofre; 2. Minério de fosfato; 3. Minério de potássio; e 4. Minério de molibdênio
II - Bens minerais que têm importância pela sua aplicação em produtos e processos de alta tecnologia:	1. Minério de cobalto; 2. Minério de cobre; 3. Minério de estanho; 4. Minério de grafita; 5. Minérios do grupo da platina; 6. Minério de lítio; 7. Minério de nióbio; 8. Minério de níquel; 9. Minério de silício; 10. Minério de tálio; 11. Minério de tântalo; 12. Minério de terras Raras; 13. Minério de titânio; 14. Minério de tungstênio; 15. Minério de urânio; e 16. Minério de vanádio
III - Bens minerais que detêm vantagens comparativas e que são essenciais para a economia pela geração de superávit da balança comercial do país:	1. Minério de alumínio; 2. Minério de cobre; 3. Minério de ferro; 4. Minério de grafita; 5. Minério de ouro; 6. Minério de manganês; 7. Minério de nióbio; e 8. Minério de urânio.

Fonte: Brasil (2021b).

A realidade brasileira não difere de outros países. Para os chineses, os principais minerais estratégicos são: lítio, bauxita, gipsita, barita, magnesita, cobalto, cobre, terras raras, entre outros. Para consegui-los, eles fazem investimentos em várias partes do mundo além da produção própria de alguns desses bens. Nesse mesmo raciocínio, os EUA têm listados mais de cem produtos, sendo os principais: níquel, cobalto, lítio, grafite, manganês, nióbio, terras raras, tântalo, antimônio, barita, bauxita, bismuto, potássio, urânio, entre outros.

O mercado produtor goiano tem grandes possibilidades de atender parte dessa demanda internacional, bastando o incremento de pesquisas, investimentos e uma perspectiva de maior atenção dos atores públicos quanto às exigências para enquadramento nas obrigações ESG estabelecidas.

2.1.1.3 O mercado de minerais em Goiás: algumas considerações

A oferta de minerais em Goiás está em expansão na quantidade produzida e na variedade de itens. Essa expansão abrange os setores de minerais ferrosos, não ferrosos, metais e pedras preciosas, minerais industriais, para o agronegócio, para a construção civil e águas minerais e hidrotermais. Dito isso, o avanço de pesquisas, investimentos e incentivos são fatores imperativos para ampliar o conhecimento das possibilidades de novos minerais. Tal avanço colocará o estado em excelente condição para abastecer os mercados tradicionais em crescimento, como a agropecuária e a construção civil, bem como fornecer bens para novos mercados com a transição energética e com os avanços das inovações em tecnologias da informação. Além disso tudo, o estado poderá atender aos apelos da produção sustentável e com responsabilidade ambiental, assim se sobressaindo na oferta de bens em mercado de minerais críticos e/ou estratégicos. Essas constatações se comprovam, por exemplo, pela recente exploração de terras raras que até pouco tempo não se faziam viáveis.

Por outro lado, observando o mercado demandante, tem-se a agropecuária em expansão, bem como a construção civil, com excelentes prognósticos de evolução. São, pois, fatores que justificam maior preocupação com o setor para torná-lo competitivo e agregador de valor ao estado. O mercado externo, por sua vez, tem se mostrado carente de bens que atendam aos avanços dos seus processos produtivos e das modernas exigências sociais e ambientais.

Nessa realidade mercadológica, o setor mineral goiano tem avançado, contudo o potencial ainda é pouco explorado se observado o quantitativo de minas exploradas frente às ocorrências e aos depósitos existentes. Isso fortalece o argumento de que a pesquisa mineral, além de necessária, é urgente, e os estímulos à produção são primordiais para o melhor aproveitamento desses bens.

2.1.2 Tributos e compensações financeiras

A tributação sobre a atividade produtiva no Brasil tem grande peso na lucratividade e é também onerosa pelo grande número de tributos e intrincadas ações para operá-la nos diversos níveis governamentais. Logo, no seu bojo, o setor mineral é afetado de forma diferenciada por ter tributos distintos.

A atividade mineral tem particularidades na tributação no Brasil que a distingue de outros setores produtivos. A primeira das especificidades está no domínio da área a ser minerada, pois, segundo o art. 176 da Constituição Federal de 1988, os recursos minerais são de propriedade da União (Brasil, 1988). Já o solo pode ter proprietário distinto daquele que explora o subsolo, como se afigura no § 2 do mesmo artigo (Brasil, 1988).

> Art. 176. As jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra.
>
> § 1º A pesquisa e a lavra de recursos minerais e o aproveitamento dos potenciais a que se refere o "caput" deste artigo somente poderão ser efetuados mediante autorização ou concessão da União, no interesse nacional, por brasileiros ou empresa constituída sob as leis brasileiras e que tenha sua sede e administração no País, na forma da lei, que estabelecerá as condições específicas quando essas atividades se desenvolverem em faixa de fronteira ou terras indígenas. (Redação dada pela Emenda Constitucional nº 6, de 1995)
>
> § 2º É assegurada participação ao proprietário do solo nos resultados da lavra, na forma e no valor que dispuser a lei (Brasil, Art. 176).

Um destaque importante é inerente ao uso do subsolo e à participação do proprietário, que é regulamentada no art. 11 do Decreto-Lei n. 227, de 28/02/1967, em que se estabelece que o Estado deve receber 50% do valor devido da Compensação Financeira pela Exploração Mineral - CFEM (ver § 1°):

> Art. 11. Serão respeitados na aplicação dos regimes de Autorização, Licenciamento e Concessão: (Redação dada pela Lei nº 6.403, de 1976)
>
> a) o direito de prioridade à obtenção da autorização de pesquisa ou de registro de licença, atribuído ao interessado cujo requerimento tenha por objeto área considerada livre, para a finalidade pretendida, à data da protocolização do pedido no Departamento Nacional da Produção Mineral (D.N.P.M), atendidos os demais requisitos cabíveis, estabelecidos neste Código; e (Redação dada pela Lei nº 6.403, de 1976).
>
> b) o direito à participação do proprietário do solo nos resultados da lavra. (Redação dada pela Lei nº 8.901, de 1994).
>
> § 1º A participação de que trata a alínea b do caput deste artigo será de cinqüenta por cento do valor total devido aos Estados, Distrito Federal, Municípios e órgãos da administração direta da União, a título de compensação financeira pela exploração de recursos minerais, conforme previsto no caput do art. 6º da Lei nº 7.990, de 29/12/89 e no art. 2º da Lei nº 8.001, de 13/03/90. (Incluído pela Lei nº 8.901, de 1994).
>
> § 2º O pagamento da participação do proprietário do solo nos resultados da lavra de recursos minerais será efetuado mensalmente, até o último dia útil do mês subsequente ao do fato gerador, devidamente corrigido pela taxa de juros de referência, ou outro parâmetro que venha a substituí-la (Incluído pela Lei nº 8.901, de 1994) (Brasil, 1967, Art. 11).

Outra particularidade é o pagamento ao órgão responsável pela gestão da atividade minerária no Brasil, a Agência Nacional de Mineração (ANM), conforme estabelecido pelo Decreto n. 9.406, de 12/06/2018, que diz:

> Art. 4º Compete à Agência Nacional de Mineração - ANM observar e implementar as orientações, as diretrizes e as políticas estabelecidas pelo Ministério de Minas e Energia e executar o disposto no Decreto-Lei nº 227, de 1967 - Código de Mineração, e nas normas complementares (Brasil, 2018, Art. 4º).

Porém, para exercer sua atividade específica, é a ela devido, conforme art. 47, a Taxa Anual

por hectare e o valor relativo ao custeio de vistoria da ANM (Brasil, 2018):

> Art. 47. Sem prejuízo de outros encargos financeiros previstos em lei, são devidos à ANM:
>
> I - taxa anual, por hectare; e
>
> II - valor relativo ao custeio de vistorias da ANM.
>
> **Taxa anual por hectare**
>
> Art. 48. Durante a vigência da autorização de pesquisa, incluída a sua prorrogação, até a entrega do relatório final de pesquisa, o titular de autorização de pesquisa pagará à ANM taxa anual, por hectare, admitida a fixação em valores progressivos em função da substância mineral objetivada, da extensão e da localização da área e de outras condições, respeitado o valor máximo estabelecido no art. 20, caput, inciso II, do Decreto-Lei nº 227, de 1967 - Código de Mineração.
>
> **Custeio de vistorias da Agência Nacional de Mineração**
>
> Art. 49. As vistorias realizadas pela ANM, no exercício da fiscalização dos trabalhos de pesquisa e lavra, serão custeadas pelos interessados (Brasil, 2018, Art. 47).

Segundo a Resolução ANM n. 120, de 26/10/2022, o valor da taxa anual por hectare é:

> Art. 1º O valor da taxa anual por hectare, receita da Agência Nacional de Mineração - ANM, nos termos do art. 19, III, da Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017, com natureza de preço público, estabelecida no art. 20, inciso II, do Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração), com a redação dada pela Lei nº 9.314, de 14 de novembro de 1996, fica estipulado em R$ 4,09 (quatro reais e nove centavos) por hectare, atualizado à data do vencimento.
>
> Art. 2º Na vigência do prazo de prorrogação da autorização de pesquisa, de que trata o art. 22, inciso III, do Decreto-Lei nº 227, de 1967, o valor da taxa anual por hectare será de R$ 6,13 (seis reais e treze centavos), atualizado à data do vencimento (Agência Nacional de Mineração, 2022a).

O principal tributo que incide sobre a mineração, distintamente de outras atividades, está estabelecido na Lei n. 7.990 de 28/12/1989, que cria a Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM). Ela já fica explicitada no art. 1º:

> Art. 1º O aproveitamento de recursos hídricos, para fins de geração de energia elétrica e dos recursos minerais, por quaisquer dos regimes previstos em lei, ensejará compensação financeira aos Estados, Distrito Federal e Municípios, a ser calculada, distribuída e aplicada na forma estabelecida nesta Lei (Brasil, 1989a, ARt. 1º).

A regulamentação da Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM) está no Decreto n. 9.252, de 28/12/2017, no qual se estabelece a metodologia de cálculo, que em seu art. 1º diz:

> Art. 1º Este Decreto estabelece a metodologia de cálculo para o valor de referência de que trata o art. 2º, **caput**, incisos II e III, da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990.
>
> § 1º No consumo, a CFEM incidirá sobre a receita bruta calculada, considerado o preço corrente do bem mineral, ou de seu similar, no mercado local, regional, nacional ou internacional, conforme o caso, ou o valor de referência, definido a partir do valor do produto final obtido após a conclusão do respectivo processo de beneficiamento.
>
> § 2º Nas exportações, a CFEM incidirá sobre a receita calculada, considerada

> como base de cálculo, no mínimo, o preço parâmetro definido pela Secretaria da Receita Federal do Brasil do Ministério da Fazenda, com fundamento no art. 19-A da Lei nº 9.430, de 27 de dezembro de 1996, e na legislação complementar, ou, na hipótese de inexistência do preço parâmetro, será considerado o valor de referência, observado o disposto no art. 2º, § 10 e § 14, da Lei nº 8.001, de 1990 (Brasil, 2017a, Art. 1º).

As alíquotas estão definidas no anexo da Lei n. 13.540, de 18/12/2017, com a seguinte redação:

> ALÍQUOTAS PARA FINS DE INCIDÊNCIA DA COMPENSAÇÃO FINANCEIRA PELA EXPLORAÇÃO DE RECURSOS MINERAIS (CFEM)
>
> a) Alíquotas das substâncias minerais:

ALÍQUOTA	SUBSTÂNCIA MINERAL
1% (um por cento)	Rochas, areias, cascalhos, saibros e demais substâncias minerais quando destinadas ao uso imediato na construção civil; rochas ornamentais; águas minerais e termais
1,5% (um inteiro e cinco décimos por cento)	Ouro
2% (dois por cento)	Diamante e demais substâncias minerais
3% (três por cento)	Bauxita, manganês, nióbio e sal-gema
3,5% (três inteiros e cinco décimos por cento)	Ferro, observadas as letras *b* e *c* deste Anexo

Fonte: Brasil (2017b, Anexo).

A CFEM será distribuída da seguinte forma, segundo a Lei n. 13.540, de 18/12/2017:

> § 2º A distribuição da compensação financeira referida no **caput** deste artigo será feita de acordo com os seguintes percentuais e critérios:
>
> I - 7% (sete por cento) para a entidade reguladora do setor de mineração;
>
> II - 1% (um por cento) para o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), instituído pelo Decreto-Lei nº 719, de 31 de julho de 1969, e restabelecido pela Lei nº 8.172, de 18 de janeiro de 1991, destinado ao desenvolvimento científico e tecnológico do setor mineral;
>
> II-A (revogado);
>
> III - 1,8% (um inteiro e oito décimos por cento) para o Centro de Tecnologia Mineral (Cetem), vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, criado pela Lei nº 7.677, de 21 de outubro de 1988, para a realização de pesquisas, estudos e projetos de tratamento, beneficiamento e industrialização de bens minerais;
>
> IV - 0,2% (dois décimos por cento) para o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), para atividades de proteção ambiental em regiões impactadas pela mineração;
>
> V - 15% (quinze por cento) para o Distrito Federal e os Estados onde ocorrer a produção;
>
> VI - 60% (sessenta por cento) para o Distrito Federal e os Municípios onde ocorrer a produção;
>
> VII - 15% (quinze por cento) para o Distrito Federal e os Municípios,

> quando afetados pela atividade de mineração e a produção não ocorrer em seus territórios, [...] (Brasil, 2017b, § 2º).

Em Goiás, tem-se o Fundo Estadual de Infraestrutura (Fundeinfra), que incide sobre a mineração e a agricultura. Esse tributo foi instituído pela Lei n. 21.670, de 6 de dezembro de 2022, que recai sobre produtos da agropecuária e da mineração. Estabeleceu-se a alíquota de 1,65% sobre amianto, ferroliga, minério de cobre e seus concentrados, ouro, incluído o ouro platinado (Goiás, 2022):

> "ANEXO XVI - PERCENTUAL DE CONTRIBUIÇÃO POR MERCADORIA PARA FUNDO ESTADUAL DE INFRAESTRUTURA - FUNDEINFRA, INSTITUÍDO PELA LEI Nº 21.670, DE 6 DE DEZEMBRO DE 2022.

ITEM	MERCADORIA	% CONTRIBUIÇÃO FUNDEINFRA
1	Cana-de-açúcar	1,20%
2	Milho	1,10%
3	Soja	1,65%
4	Carne fresca, resfriada, congelada, salgada, temperada ou salmourada, e miúdo comestível resultante do abate de gado bovino ou bufalino	0,50%
5	Gado bovino e bufalino	0,50%
6	Amianto; ferroliga; minério de cobre e seus concentrados; ouro, incluído o ouro platinado	1,65%

Fonte: Goiás (2022, Anexo XVI).

A incidência do Fundeinfra se dá sobre as empresas que recebem benefícios ou incentivos fiscais, conforme explicitado no art. 5 da Lei n. 21.670, de 6 de dezembro de 2022 (Goiás, 2022):

> Art. 5º Constituem receitas do FUNDEINFRA:
> I – contribuição exigida no âmbito do Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação – ICMS como condição para:
> a) a fruição de benefício ou incentivo fiscal;
> b) o contribuinte que optar por regime especial que vise ao controle das saídas de produtos destinados ao exterior ou com o fim específico de exportação e à comprovação da efetiva exportação; e
> c) o imposto devido por substituição tributária pelas operações anteriores ser:
> 1. pago pelo contribuinte credenciado para tal fim por ocasião da saída subsequente;
> 2. apurado juntamente com aquele devido pela operação de saída própria do estabelecimento eleito substituto, o que resultará um só débito por

período; (Goiás, 2022, Art. 5º).

Além dos tributos comentados acima que incidem sobre a mineração de forma mais específica, têm-se os que abrangem as atividades produtivas como um todo, inclusa a produção de minérios, sendo os principais:

- Imposto de Renda da Pessoa Jurídica – IRPJ (Federal) – pago pelas pessoas jurídicas e pessoas físicas a elas equiparadas e domiciliadas no país;
- Contribuição Social sobre o Lucro Líquido – CSLL (Federal) – pago pelas pessoas jurídicas e pessoas físicas a elas equiparadas e domiciliadas no país;
- Imposto sobre Operações de Crédito, Câmbio e Seguro, ou relativas a Títulos ou Valores Mobiliários – IOF (Federal) – pago sobre pessoas físicas e pessoas jurídicas que efetuam operações de crédito, câmbio e seguro ou relativas a títulos ou valores mobiliários;
- Imposto territorial rural – ITR (Federal) – pago sobre propriedade, posse de qualquer título ou domínio útil de imóvel rural;
- Imposto sobre produtos industrializados – IPI (Federal) – pago sobre importação e operação interna;
- Imposto de importação – II (Federal) – pago sobre importação de produtos estrangeiros e bagagem de viajante procedente do exterior;
- Imposto de exportação – IE (Federal) – pago sobre saída de mercadoria do território aduaneiro;
- Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação – ICMS (Estadual) – pago sobre valor da venda da mercadoria e prestação de serviço de transporte e de comunicação;
- Imposto sobre Serviços – ISS (Municipal) – pago sobre prestação de serviços;
- Imposto sobre a Transmissão de Bens Imóveis – ITBI (Municipal) – Pago sobre transmissão de propriedade de bens imóveis;
- Programa de Integração Social – PIS/ Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público – PASEP e Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social – Cofins (Federal) - pago sobre receita bruta das empresas, folha de salários e receitas arrecadadas e transferências recebidas;
- Outras tributações: Contribuição para o Instituto Nacional de Seguro Social (INSS); Fundo de Garantia de Tempo de Serviço (FGTS); entre outros encargos trabalhistas (Salário-Educação, Seguro de Acidentes, Incra; Sest/Sebrae/Senat; etc).

Por fim, o reconhecimento da importância da tributação é fator imperativo para a manutenção do bem-estar social, contudo é imprescindível a ponderação quanto ao peso dela na promoção da sustentabilidade das entidades produtivas. No caso da mineração, há volume extra de tributos, como a CFEM, a Taxa por hectare e, em Goiás, tem-se o Fundeinfra para alguns produtos. São fatores que precisam ser observados pelos gestores públicos para se ter equilíbrio entre produção que remunere satisfatoriamente os investidores e para que se promova o desenvolvimento econômico, social e ambiental.

O Plano de Mineração tem papel relevante na busca desse equilíbrio, ao propiciar políticas públicas que atendam aos interesses dos agentes envolvidos no crescimento do estado.

2.1.3 Compensação Financeira Pela Exploração Mineral – CFEM

Em 2022, o Estado de Goiás arrecadou R$176.327.076,37 em CFEM (Tabela 4). Em valores nominais cresceu 5,78% em relação a 2021 e 44,8% considerando o ano de 2020. Nesses mesmos anos a arrecadação brasileira evoluiu em -31,7% e 15,6% respectivamente. Goiás, apesar de manter a mesma quarta posição entre os estados arrecadadores, teve uma elevação de sua participação no total nacional de 1,62% em 2021 para 2,5% em 2022. O crescimento do estado em 2022 não foi expressivo em relação a 2021, contudo manteve uma evolução que não aconteceu em âmbito nacional.

Tabela 4 - Arrecadação da Compensação Financeira pela Exploração Mineral - CFEM (Valores nominais) e posição da participação de Goiás no Brasil - 2010 a 2022

continua

Ano	Brasil	Goiás	Posição de Goiás no Brasil
2010	1.082.660.971,13	48.857.061,58	3
2011	1.560.688.306,28	58.522.564,63	4
2012	1.834.502.628,12	76.262.762,55	3
2013	2.375.867.992,36	69.128.634,64	3

Tabela 4 - Arrecadação da Compensação Financeira pela Exploração Mineral - CFEM (Valores nominais) e posição da participação de Goiás no Brasil - 2010 a 2022

conclusão

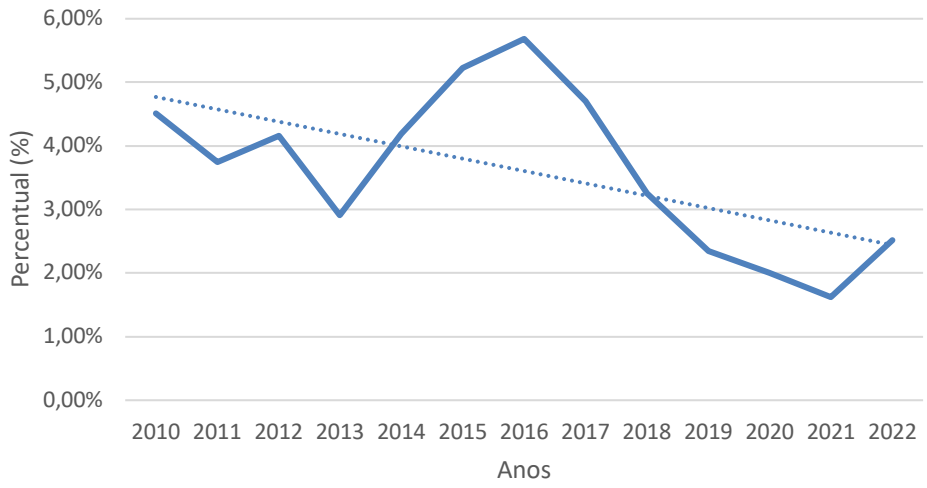
Ano	Brasil	Goiás	Posição de Goiás no Brasil
2014	1.710.838.602,39	71.585.013,67	3
2015	1.518.468.044,67	79.400.078,85	4
2016	1.797.677.940,28	102.170.071,49	3
2017	1.837.809.892,53	86.339.463,96	3
2018	3.035.658.905,41	98.733.484,62	3

2019	4.503.763.704,65	105.848.142,22	3
2020	6.071.336.686,12	121.776.717,05	3
2021	10.277.865.007,57	166.686.365,10	4
2022	7.018.100.957,13	176.327.076,37	4

Fonte: ANM (2023).

Apesar do crescimento apresentado na arrecadação do CFEM (Tabela 4) em relação ao total brasileiro e apesar da elevação de sua participação em 2022 em relação a 2021, o estado tem registrado tendência de queda, como pode ser visto no Gráfico 8, ao sair de uma participação de 4,5% em 2010 para 2,5% em 2022. Mesmo tendo, no último ano, conquistado crescimento em relação ao ano anterior, não se reverteu a tendência geral.

Gráfico 8 - Participação percentual de Goiás na arrecadação nacional de CFEM - 2010 a 2022. Linha de tendência linear



Fonte: Agência Nacional de Mineração (2023a).

Na série histórica entre 2010 e 2022, o minério de cobre manteve sua posição de maior pagador de CFEM, apesar de a liderança apresentar tendência de queda, que foi de 43,6% em 2010 para 28% em 2022. Em movimento contrário, tem-se o crescimento do minério de nióbio, que foi de 3,7% para 9,6%; do calcário, que evoluiu de 4% para 9,6%; do dolomito, que saiu de 0,2% para 3,7%; e, por fim, do minério de alumínio, que em 2010 não recolheu o CFEM e chegou em 2022 com 1,7% (Tabela 5). Dos minerais que tiveram queda na participação, destacam-se o amianto (que foi de 13,7% para 7,3%), o fosfato (de 11,1% para 9,9%), a areia (de 1,4% para 0,6%) e o xisto (de 1,4% para 0,7%).

Tais alterações modificaram o peso relativo dos dez principais produtos geradores de CFEM entre 2010 e 2022, pois, no início da série, esses minerais eram responsáveis por 96,1% do total e, no último ano, chegaram a 88,1%. Tal fato mostra a importância da pesquisa e dos

investimentos na produção de novos minerais, ambos os quais têm ocorrido no setor, diversificando e distribuindo melhor as riquezas geradas pela mineração.

Tabela 5 – Goiás, participação percentual do tipo de minério no total da arrecadação da CFEM estadual - 2010 a 2022

continua

Minério	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Minério de cobre	43,6	43,9	37,9	31,8	28,2	31,2	24	32,3	31,5	34,2	32,1	36,6	28
Amianto	13,7	11,4	10,7	12,6	12,5	12,3	7,3	6	4,5	1,3	2,9	5,1	7,3
Fosfato	11,1	11,2	12,6	11,7	9,6	9,8	23,3	11,2	11,4	10	8,8	8,5	9,9
Minério de níquel	9,2	10,5	17,4	17,5	19,6	15,2	18,4	18	13	13,4	12,8	10,3	12
Minério de ouro	7,1	5,7	5,6	7	7,6	9,7	9,7	9,4	12,4	12,6	16,2	10,7	7,3
Calcário	4	6,8	6,2	7,3	7,3	5,7	5	7,2	7,3	7,3	7,4	8,9	12,2
Minério de nióbio	3,7	2,4	2,1	3,1	3,1	7,5	6,1	7,1	11,3	12	9,8	9,3	9,6
Areia	1,4	1,4	1,2	1,2	1,6	1,2	0,9	0,9	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6
Xisto	1,4	1,5	1,5	1,5	1,9	1,2	0,6	0,5	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
Gnaisse	0,9	1	0,7	0,8	0,8	0,6	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,5
Minério de manganês	0,7	0,3								0,3	0,6	0,5	0,4
Basalto	0,6	0,8	1	1,2	1,3	0,7	0,5	0,5	0,6	0,5	0,7	0,7	0,8
Água mineral	0,6	0,4	0,3	0,4	0,5	0,4	0,3	0,8	1	1	1	1,1	0,8
Granito	0,5	0,7	0,6	0,7	0,9	0,8	0,6	0,5	0,5	0,7	0,7	0,6	0,9
Granodiorito	0,5	0,4	0,4	0,1	0,3								
Minério de titânio	0,3		0,1	0,4	1,2					0,2			
Dolomito	0,2	0,3	0,2	0,4	0,8	0,7	0,8	1,4	1,2	1,7	2,1	2,2	3,7
Mica	0,1	0,5	0,7	0,9	0,6	0,6	0,5	0,6	0,8	0,8	0,9	1	1,1
Argila	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Minério de bário	0,1	0,1				0,1	0,1	0,1					
Quartzito	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
Sienito		0,1	0,1	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1					0,1
Granulito		0,1	0,1	0,2	0,2	0,3		0,1	0,1				
Minério de ferro		0,1			0,1	0,1	0,1	0,1				0,1	0,9
Minério de alumínio			0,1		0,7	0,8	0,9	1,4	2,1	1,8	1,7	1,6	1,7
Água potável de mesa			0,1	0,1				0,7	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6

Tabela 5 - Goiás, participação percentual do tipo de minério no total da arrecadação da CFEM estadual - 2010 a 2022

conclusão

Minério	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Diorito				0,2	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2
Cascalho				0,1									
Arenito											0,1		0,1
Mármore									0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Minério de potássio													0,3
Subtotal	96,1	95,8	95,9	94,5	92,2	94,4	95,6	92,9	92,6	92,1	91,2	90,7	88,1

Fonte: Agência Nacional de Mineração (2023a).

Tendo por base o ano 2022, os dez municípios que mais arrecadam foram: Alto Horizonte, Barro Alto, Catação, Ouvidor, Minaçu, Crixás, Indiara, Vila Propício, São Luís de Montes Belos e Cocalzinho de Goiás, representando 85,2% do total do estado. Só os três primeiros são responsáveis por 52,2% do montante (Tabela 6).

Tabela 6 – Goiás, participação (%) dos municípios na arrecadação do CFEM – 2022

continua

Municípios	Total	%	Municípios	Total	%
ALTO HORIZONTE	49.250.166,58	27,93	PORANGATU	169.054,54	0,1
BARRO ALTO	24.186.131,25	13,72	PIRENÓPOLIS	161.048,37	0,09
CATALÃO	18.661.843,82	10,58	ITAPACI	155.895,16	0,09
OUVIDOR	15.939.221,42	9,04	FAINA	154.301,04	0,09
MINAÇU	12.837.796,27	7,28	FORMOSO	145.514,89	0,08
CRIXÁS	12.774.935,32	7,25	PEROLÂNDIA	141.927,47	0,08
INDIARA	6.479.683,28	3,67	CAMPINORTE	135.049,20	0,08
VILA PROPÍCIO	6.322.428,22	3,59	BOM JESUS DE GOIÁS	128.159,17	0,07
SÃO LUÍS DE MONTES BELOS	2.003.692,52	1,14	BELA VISTA DE GOIÁS	120.630,72	0,07
COCALZINHO DE GOIÁS	1.769.292,97	1	SENADOR CANEDO	115.153,96	0,07
PLANALTINA	1.738.030,08	0,99	RIO QUENTE	112.672,96	0,06
JANDAIA	1.611.954,10	0,91	PANAMÁ	111.433,66	0,06
GOIÁS	1.597.852,98	0,91	SANTA HELENA DE GOIÁS	110.847,78	0,06
GUARANI DE GOIÁS	1.331.069,86	0,75	MOSSÂMEDES	109.599,78	0,06
GUAPÓ	1.235.360,62	0,7	MONTIVIDIU DO NORTE	105.092,41	0,06
COLINAS DO SUL	1.215.218,24	0,69	PROFESSOR JAMIL	104.319,10	0,06
DIVINÓPOLIS DE GOIÁS	1.197.894,44	0,68	JARAGUÁ	103.593,53	0,06
ANÁPOLIS	1.126.048,93	0,64	SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA	84.424,40	0,05
CABECEIRAS	971.761,70	0,55	PIRACANJUBA	65.656,20	0,04
PADRE BERNARDO	967.559,85	0,55	CUMARI	61.599,13	0,03
POSSE	818.256,54	0,46	CRISTALINA	61.246,98	0,03
CEZARINA	755.631,38	0,43	GOIANDIRA	57.175,22	0,03

Tabela 6 - Goiás, participação (%) dos municípios na arrecadação do CFEM – 2022

conclusão

Municípios	Total	%	Municípios	Total	%
CAVALCANTE	724.878,67	0,41	SÃO SIMÃO	54.969,33	0,03
APARECIDA DE GOIÂNIA	683.006,87	0,39	ANICUNS	46.196,51	0,03
RIO VERDE	654.903,18	0,37	CACHOEIRA ALTA	41.996,96	0,02
CAIAPÔNIA	571.305,39	0,32	ALVORADA DO NORTE	39.032,14	0,02
MONTES CLAROS DE GOIÁS	547.658,06	0,31	NOVO GAMA	35.504,26	0,02
CALDAS NOVAS	494.973,00	0,28	IPAMERI	31.214,03	0,02
FORMOSA	471.089,50	0,27	URUAÇU	27.393,68	0,02
LUZIÂNIA	459.061,01	0,26	CAMPOS VERDES	22.496,87	0,01
ABADIÂNIA	438.733,94	0,25	ALEXÂNIA	21.883,19	0,01
PIRANHAS	401.715,21	0,23	SILVÂNIA	19.399,75	0,01
SANTA BÁRBARA DE GOIÁS	318.921,82	0,18	EDÉIA	17.686,18	0,01
MONTIVIDIU	318.306,75	0,18	VARJÃO	17.165,66	0,01
NIQUELÂNDIA	305.482,90	0,17	GOIÂNIA	16.170,71	0,01
MIMOSO DE GOIÁS	302.268,73	0,17	JAUPACI	14.135,22	0,01
JATAÍ	274.014,83	0,16	CORUMBAÍBA	13.347,98	0,01
HIDROLÂNDIA	269.149,98	0,15	MARZAGÃO	11.388,72	0,01
NOVA ROMA	260.577,76	0,15	BURITI ALEGRE	11.130,18	0,01
PORTELÂNDIA	220.712,57	0,13	SANTA CRUZ DE GOIÁS	10.607,91	0,01
NOVA VENEZA	202.278,48	0,11	MONTE ALEGRE DE GOIÁS	10.432,27	0,01
GOIANÁPOLIS	196.406,48	0,11	ABADIA DE GOIÁS	10.370,07	0,01
ITUMBIARA	191.405,98	0,11	Outros	241.477,60	0,14
			Total	176.327.076,37	

Fonte: Agência Nacional de Mineração (2023b).

Uma observação importante é que os dois primeiros municípios que mais arrecadam CFEM têm pequeno número populacional, tendo Alto Horizonte 6.072 habitantes e Barro Alto 10.271. Ocorre, portanto, uma grande concentração na arrecadação em municípios de pequeno porte, pois, dos dez primeiros apresentados na Tabela 6, somente Catalão tem mais que 50.000 pessoas. Essa situação imprime grande responsabilidade para o uso da contribuição na construção do desenvolvimento local e regional.

Desses valores, as empresas que mais contribuem com a CFEM no estado e responderam por mais de 80% da arrecadação em 2022 são:

- Mineração Maracá Indústria e Comércio – 28,0%;
- CMOC Brasil Mineração, Indústria e Participações – 15,3%;
- Anglo *American* Níquel Brasil – 12,0%;
- Sama AS Minerações Associadas – 7,3%;
- Mineração Serra Grande – 7,2%;
- Mosaic Fertilizantes – 4,3%;

- Pirecal Pirenópolis Calcário – 1,7%;
- Mineração de Calcário Montividiu – 1,5%;
- Brasil Minérios – 1,1%;
- Goiscal Mineração e Calcário – 1,1%; e,
- Mibasa Mineração Barro Alto – 1,0%.

2.1.4 Empregos gerados pela cadeia produtiva mineral

Para analisar a cadeia produtiva mineral (excluído o setor de petróleo e gás natural) neste texto, considerar-se-ão as atividades a jusante da extração mineral. Para tanto, consideram-se, no rol da cadeia, o beneficiamento, a aglomeração, a construção civil e:

> cinco setores da indústria de transformação: fabricação de cimento e outros produtos de minerais não metálicos; fabricação de aços e derivados; produção de tintas, vernizes, esmaltes e lacas; metalurgia de metais não ferrosos; e fabricação de produtos de metal – o que inclui produtos como: estruturas metálicas, obras de caldeiraria pesada, fabricação de tanques, reservatórios metálicos, forjaria, estamparia, metalurgia em pó, serviços de tratamentos de metais, fabricação de artigos de cutelaria, serralheria, ferramentas, equipamento bélico pesado, armas de fogo e munições, mas exclui a fabricação de máquinas e equipamentos (Santos, 2021. p. 34).

Desses setores produtivos, frente à realidade dos dados disponibilizados pelo Instituto Mauro Borges e de outros extraídos da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) para o estado de Goiás, serão considerados: Extrativa Mineral, Indústria de Produtos Minerais não Metálicos, Indústria Metalúrgica, Indústria Mecânica e Construção Civil. O total de empregos gerados pelos setores selecionados chegou a 113.373 em 2021 — quantidade superior em 11,8% à de 2020, todavia 0,3% inferior à de 2010 (Gráfico 2).

Dos setores selecionados (Gráfico 9a, 9b, 9c, 9d, 9e), a Extrativa Mineral teve, entre 2010 e 2012, crescimento no número de empregos, saindo de 7.708 para 9.224 pessoas alocadas. Na sequência, até chegar a 2017, houve redução para 7.347 empregos; depois, apresentou elevação no ano de 2018 para 7.683 empregos, tendo crescido nos anos seguintes; finalmente chegou a 2021 com 8.793 empregos, contudo tem apresentado tendência (linear) de queda (Gráfico 9a).

Seguindo a tendência da Extrativa Mineral, a Indústria de Produtos Minerais não Metálicos (Gráfico 9b) teve crescimento nos primeiros anos, quando variou de 12.752 empregos em 2010 para 14.748 empregos em 2013, porém teve queda até 2019 para 9.625 empregos; começa a reagir nos anos seguintes e chega a 2021 com 11.043 empregos, mas sem recuperar o quantitativo do ano inicial da série analisada.

Gráfico 9 – Goiás, número de empregos por setores selecionados, 2010-2021
Fonte: Com base em dados da Instituto Mauro Borges (2023).



Do mesmo modo, tem-se a Construção Civil (Gráfico 9e), que teve crescimento entre 2010 e 2012, variando de 76.504 empregos para 91.219 empregos, quando começou a decrescer até o ano 2016 com 56.146 empregos. A partir do ano seguinte, começou a se recuperar e chegou a 2021 com 69.514 empregos, sem também conseguir atingir o valor inicial do período analisado.

Descolados da tendência de queda da Extrativa Mineral na geração de empregos, encontram-se a Indústria Mecânica (Gráfico 9d) e a Indústria Metalúrgica (Gráfico 9c). A primeira, em 2010,

empregava 5.236 pessoas e chegou a 2021 com 8.310 empregos, com tendência (linear) de crescimento. A segunda evoluiu de 11.495 empregos em 2010 para 15.815 empregos em 2021, também com tendência de crescimento.

Esses números mostram o volume de empregos do setor Extrativo Mineral correlacionado com a tendência de criação de vagas da Construção Civil e da Indústria de Produtos Minerais não Metálicos. Sinaliza-se, por consequência, uma maior necessidade de ampliar a sinergia entre a crescente mineração de bens metálicos e sua transformação, agregando valor ao estado.

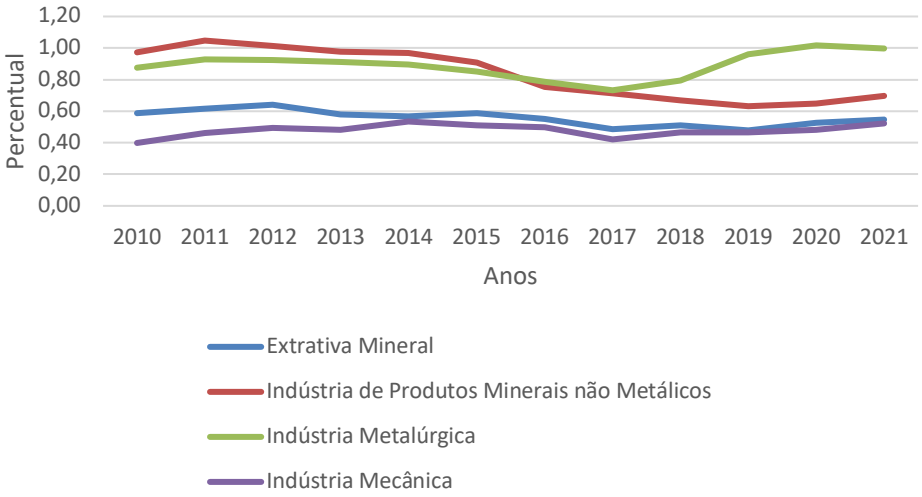
Quando observada a participação dos setores escolhidos em relação ao total de empregos gerados no estado (Gráfico 10), processa-se, nos primeiros anos (2010 e 2011), um crescimento da Indústria de Produtos Minerais não Metálicos de 0,97% para 1,05%. Depois disso, houve queda até o ano de 2019, quando chegou a 0,63%, conseguindo pequena recuperação até 2021 com 0,70%.

A participação da Extrativa Mineral, teve comportamento idêntico: no começo da série analisada, um crescimento entre 2010 e 2012, saindo de 0,59% para 0,64%; depois teve decréscimo, pequenas recuperações e chegou em 2019 a 0,46%, subindo nos anos seguintes e alcançando, em 2021, 0,55%.

O setor da Indústria Metalúrgica teve 0,88% de participação em 2010, cresceu para 0,93% em 2011 e teve queda acentuada até 2017, quando atingiu 0,73%. Em seguida, evoluiu para 1,02% em 2020 e apresentou pequena redução em sua participação em 2021 para 1,0%.

Já a Indústria Mecânica, entre 2010 e 2021, cresceu de 0,4% para 0,52%, teve crescimento do início até 2014, reduziu a participação desse ano até 2017 e se recuperou até o final da série analisada.

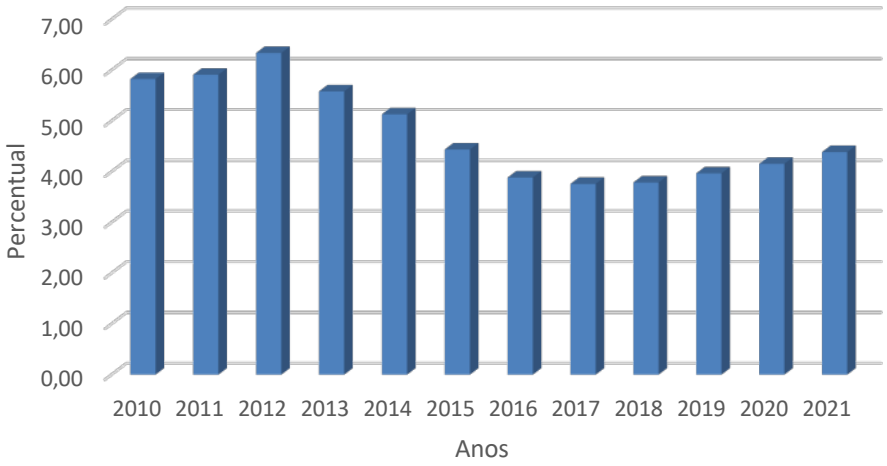
Gráfico 10 – Goiás, participação percentual dos setores escolhidos no total de empregos - 2021



Fonte: Com base em dados da Instituto Mauro Borges (2023).

A Construção Civil, tal qual a Extração Mineral e a Indústria de Produtos Minerais não Metálicos, teve queda na sua participação, começando a série em 2010 com 5,82% e terminando em 2021 com 4,39%. Como os demais setores citados anteriormente, teve crescimento nos anos iniciais, quando chegou em 2012 aos 6,34%, e 2017 foi o ano com indicador mais baixo: 3,76% (Gráfico 11).

Gráfico 11 - Participação percentual do setor da construção civil no total de empregos do Estado - 2021



Fonte: Com base em dados da Instituto Mauro Borges (2023).

Observando a participação dos municípios em relação aos setores escolhidos, têm-se na Extração Mineral 64% dos trabalhadores concentrados em dez localidades, com destaque para Crixás (com 16,3%) e Alto Horizonte (com 10,9%). Já a Indústria de Produtos Minerais não Metálicos tem como municípios mais empregadores Goiânia (com 14,9%), Aparecida de

Goiânia (com 9,1%) e Anápolis (com 7,7%) — ou seja, 31,7% em três locais (Tabela 7). Com relação às Indústrias Metalúrgica, Mecânica e de Construção Civil, os empregos estão concentrados também nas três últimas cidades. A Indústria Mecânica apresentou melhor distribuição, com destaque para Catalão e Rio Verde que tiveram bom desempenho.

Desses valores da Tabela 7, observou-se que, excluído o setor Extrativo Mineral, os demais setores tendem a gerar mais empregos em municípios com pouca participação na composição da CFEM.

Tabela 7 – Goiás, percentual de participação de municípios no total dos empregos do Estado, por setor produtivo (escolhido), as dez primeiras colocações, participação do município no total da Contribuição Financeira pela Exploração Mineral (CFEM) – 2021

continua

Locais	Participação no total da CFEM	Setores Produtivos				
		Extrativo mineral	Indústria de produtos minerais não metálicos	Indústria metalúrgica	Indústria mecânica	Construção civil
Alto Horizonte	36,7	10,9				
Anápolis	0,5		7,7	13,3	6,0	5,1
Aparecida de Goiânia	0,4		9,1	14,9	7,4	16,8
Barro Alto	11,9	4,3		6,6		
Caldas Novas	0,6				2,1	
Campo Limpo de Goiás	0,04		2,2			
Catalão	9,1	7,8	2,2		14,8	3,4
Cezarina	0,3		2,3		2,8	
Crixás	8,1	16,3				1,5
Goiânia	0,008		14,9	21,9	21,9	40,6
Indiara	3,0	4,8				
Itumbiara	0,07			5,0	3,5	
Jataí	0,1				1,9	
Luziânia	0,2		2,3	2,3		1,8
Minaçu	5,1	5,8				1,4
Niquelândia	0,3			2,6		3,2
Ouvidor	8,8	3,6		2,5		
Padre Bernardo	0,3	2,2				
Pilar de Goiás	2,2	5,6				
Rio Verde	0,3			5,1	13,5	3,6
Senador Canedo	0,04		2,0	3,3		1,7

Goiás, percentual de participação de municípios no total dos empregos do Estado, por setor produtivo (escolhido), as dez primeiras colocações, participação do município no total da Contribuição Financeira pela Exploração Mineral (CFEM) – 2021

conclusão

Locais	Participação no total da CFEM	Setores Produtivos				
		Extrativo mineral	Indústria de produtos minerais não metálicos	Indústria metalúrgica	Indústria mecânica	Construção civil
Trindade	0,0002		3,4		4,9	
Vianópolis	0,0005		2,1			
Vila Boa	0,0	2,7				
		64,0	49,2	77,5	78,8	79,1

Fonte: Agência Nacional de Mineração (2023a) e Instituto Mauro Borges (2023).

Essa situação reforça o argumento da necessidade de se incentivar, com políticas públicas apropriadas, a transformação do bem mineral no estado, preferencialmente próximo da lavra. Considerando-se os dez municípios com maiores índices de empregabilidade nos setores escolhidos, denota-se a grande concentração nos mais populosos municípios do estado, situação que merece atenção dos gestores públicos. Dentre os setores produtivos, a Indústria de Produtos Minerais não Metálicos é a que tem menor grau de concentração, e a da Construção Civil é a mais concentrada nos grandes municípios, situação que se justifica pelo maior volume de edificações.

Por fim, vê-se, na cadeia produtiva mineral, que a relação de volume de empregos gerados entre os setores produtivos da cadeia produtiva da mineração em Goiás, considerados a jusante da Extrativa Mineral, apresenta-se maior entre esta e a Indústria de Produtos Minerais não Metálicos junto com a Construção Civil. Essa relação consolida a necessidade de se agregar valor ao bem, principalmente aos bens metálicos dentro do estado, com incentivos para que seja realizada a transformação próximo dos locais de extração do minério, para criar condições de desenvolvimento nos menores municípios.

2.1.5 Considerações gerais

O Estado de Goiás possui ocorrências e reservas minerais que superam o quantitativo de 100 produtos, além dos já em produção. Essas possibilidades do mercado ofertante estadual são fundamentais para vislumbrar as expectativas de atender à crescente demanda de setores tradicionais e dos novos mercados em expansão. Contudo, esse cenário de capacidade da oferta e sua expansão necessitam de urgente ampliação das pesquisas e de investimentos para tornar o setor mais atrativo.

Os principais mercados demandantes da mineração goiana têm apresentado crescimento,

contudo observou-se que, entre os anos de 2010 e 2021, não houve relação entre, de um lado, o crescimento da geração de empregos na indústria metalúrgica e mecânica e, de outro lado, a extrativa mineral e a indústria de produtos não metálicos, que apresentaram tendência de redução ao longo da série estudada.

Os empregos gerados pela mineração em Goiás, no ano de 2021, chegaram a 8.793 (0,25% do total estadual). Na cadeia produtiva a jusante da extrativa mineral, somando a indústria de produtos minerais não metálicos, a construção civil, a indústria metalúrgica e indústria mecânica, o montante chegou a 114.373 empregos (3,3% do estado) no mesmo ano.

A participação percentual da arrecadação da Compensação Financeira por Exploração Mineral (CFEM) de Goiás, em relação à do Brasil, teve uma recuperação em 2022, vistas as quedas sucessivas que tinha apresentado nos anos anteriores. Esse fato exige avanços significativos na melhoria da qualidade dos fatores produtivos e mercadológicos para superar a tendência de queda. A evolução em valores nominais é reflexo da evolução da produção e venda de bens como o nióbio, o calcário, o dolomito e o minério de alumínio. Observa-se que a geração da CFEM no estado tem alto poder de propiciar o desenvolvimento de comunidades com pequeno número populacional, fato que exige um olhar mais cuidadoso dos agentes públicos e dos empresários em melhor distribuir a renda gerada. O setor é importante para a economia, contudo seu desempenho ainda é modesto na geração de tributos e de empregos.

Por um lado, observadas as possibilidades do mercado ofertante goiano frente ao mercado demandante, o estado tem expectativas positivas, pois a construção civil e o agronegócio, apesar das oscilações ao longo do tempo estudado, têm tendências de crescimento e, consequentemente, de ampliação da demanda para bens minerais.

Por outro lado, internacionalmente, têm-se alguns condicionantes que as empresas precisam olhar com atenção, como a preocupação com as questões ambientais, sociais e organizacionais que devem tornar a atividade mais sustentável, menos impactante e mais geradora de bem-estar às comunidades que a recebem. Essas são tendências que começam a ser incorporadas também no Brasil, e a atenção não se restringe às empresas, mas a todos os envolvidos com a produção mineral, com destaque para o setor público, que deve propiciar infraestruturas, políticas e condições estáveis para os negócios.

É importante haver uma preocupação principal com as pequenas e médias empresas, que têm papel fundamental na economia de pequenos municípios e estão fora dos olhares dos investimentos e das políticas públicas para o setor. Esses segmentos são responsáveis pela dinâmica do setor mineral em Goiás e pela geração de indicadores econômicos e sociais para a população local. Os investimentos públicos em pequenos empreendimentos são mais eficientes na geração de emprego e na criação de produtos específicos e demandados pela sua

diferenciação e qualidade.

2.2 Levantamento e análise de dados

2.2.1 Valor da produção mineral do Estado

Levando-se em consideração o atual contexto sócio-técnico e produtivo, alguns minérios presentes em Goiás posicionam o estado como estratégico no mapa da mineração mundial. O território goiano possui um ambiente geológico diversificado com importantes reservas minerais, que vão desde os metálicos e não metálicos até a água mineral, termal e gemas. A formação desses depósitos depende diretamente de ambientes geológicos diversificados e das perspectivas das disposições das estruturas geomorfológicas.

No ano de 2017[1], foram medidas 36 substâncias com reservas em Goiás (Agência Nacional de Mineração, 2018), que evidenciam o potencial mineral do estado. Quando comparado com os dados do valor de produção, entende-se que algumas importantes reservas não estão em fase de exploração. São estoques minerais que podem vir a ser aproveitados economicamente no futuro.

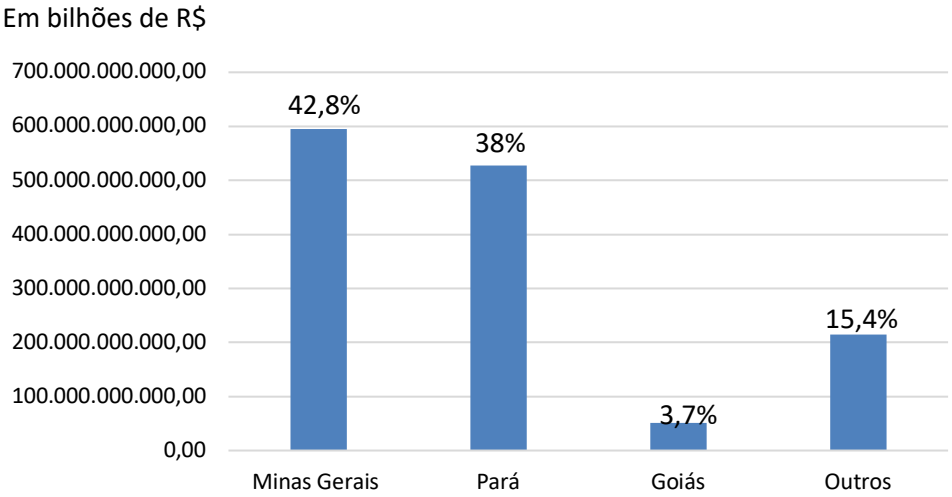
De acordo com dados da Agência Nacional de Mineração (2022b), o estado de Goiás foi o 3° maior produtor de minérios do Brasil, registrou pouco mais de R$11,4 bilhões em valor de produção em 2021, o que representou 3,4% da produção nacional. Na região Centro-Oeste, Goiás ocupa a posição de principal produtor, participando com 48,24% do valor de produção da região.

Quando analisado um período mais longo, destaca-se que Goiás, nos últimos 10 anos (2012 a 2021), ocupou a 3ª posição entre os estados brasileiros, de acordo com o Valor de Produção Mineral. Foram R$51,2 bilhões em valor de produção, representando 3,7% da produção do país. Nesse período, o Brasil produziu R$1,387 trilhão em minérios.

Goiás consolidou-se na terceira posição mineira do Brasil, destacando-se depois de Minas Gerais (42,8%) e do Pará (38%), que juntos concentram 80,8% do valor de produção mineral do país (Gráfico 12), sobretudo em função das minas de minério de ferro em atividade em seus territórios.

[1] Os últimos dados públicos sobre as reservas divulgados pela Agência Nacional Mineral em Goiás foram em 2017, por meio de Desempenho do Setor Mineral – GO/DF.

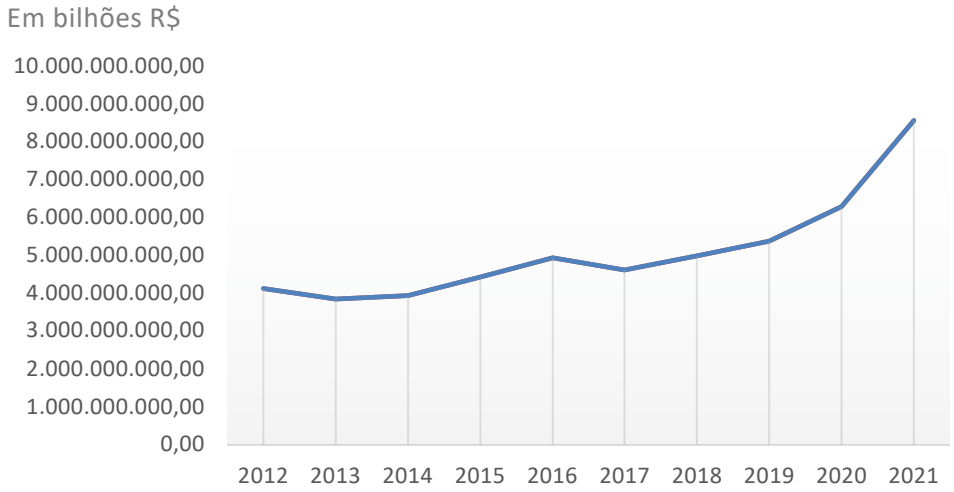
Gráfico 12 - Valor de produção dos principais Estados no Brasil - 2012 a 2021



Fonte: Agência Nacional de Mineração (2022b).

Quando analisado no contexto da Região Centro-Oeste, a participação de Goiás representa 55,53%. O total do valor de produção dessa região foi de R$92,2 bilhões entre 2012 e 2021 (Gráfico 13). Nesse período, observou-se um crescimento da produção no estado, saindo de R$4,1 bilhões em 2012 para R$8,5 bilhões em 2021. O número de títulos acompanha esse crescimento, saindo de 512 títulos de exploração em 2012 para 620 títulos em 2021.

Gráfico 13 - Valor de produção mineral de Goiás - 2012 a 2021



Fonte: Agência Nacional de Mineração (2022b).

Os principais polos de extração mineral do estado de Goiás distribuem-se entre as mesorregiões Norte, Centro, Sul e Noroeste, com maior importância para a primeira. Apenas o grupo de municípios formado por Alto Horizonte, Barro Alto e Minaçu (Mesorregião Norte Goiano) participa com 40,6% de todo o valor de produção mineral de Goiás em 2021, seguidos pelos

grupos de Barro Alto, Pilar de Goiás, Indiara e São Luís de Montes Belos (Mesorregião Centro Goiano), que participam com 18%; Catalão e Ouvidor (Mesorregião Sul Goiano) participam com 14.2% do valor da produção total e Crixás (Mesorregião Noroeste Goiano), com 10.4% (Agência Nacional de Mineração, 2022b).

Ressalta-se que a chamada Região do Vale do Rio Crixás[2] (Cardoso Júnior, 2017) é o principal adensamento mineral do estado de Goiás, concentrando a produção de importantes minérios estratégicos, como cobre e ouro. A região é composta por 12 municípios, em que a exploração de recursos minerais tem sido uma atividade econômica relevante.

De acordo com dados do valor de produção de 2021, o Vale do Rio Crixás concentrou 49,45% da produção mineral do estado, produzindo R$4,2 bilhões em minérios, com destaque para Alto Horizonte, Crixás, Pilar de Goiás e Guarinos, todos municípios limítrofes. Geologicamente, a região é rica, com importantes potencialidades para exploração de minerais metálicos e de gemas semipreciosas — caso da esmeralda.

A produção mineral em Goiás evidencia-se de forma concentrada em alguns municípios, dada a *rigidez locacional* dessa atividade econômica — nome dado ao conjunto de fatores físicos, geológicos e químicos que permitem o acúmulo de determinada substância mineral em quantidade e teor necessários para sua extração em determinados pontos da crosta terrestre (Scliar, 1996).

Diferentemente de outras atividades econômicas, a atividade de extração mineral só ocorre onde há condições naturais que permitam seu desenvolvimento, concentrando-se nos territórios com maior ocorrência de minérios, que dependem da formação das estruturas geológicas.

Dos 246 municípios goianos, 144 registraram produção no ano de 2021. Foram extraídas 34 substâncias diferentes. Entretanto, apenas 10 municípios concentraram 85,3% de todo o valor de produção estadual, ou seja, R$7,3 bilhões.

---

[2] Compõem a região do Vale do Rio Crixás 12 municípios entre as mesorregiões Norte, Noroeste e Centro Goiano. O recorte foi proposto por um estudo de dissertação realizado por Cardoso Júnior no ano de 2017 como proposta de análise de grandes projetos de mineração em Goiás.

Tabela 8 - Participação dos municípios goianos do valor de produção mineral - 2021

Município	Valor (R$)	Participação na produção estadual (%)	Posição no Centro-Oeste	Posição no Brasil
Alto Horizonte	3.055.019.575,11	35,6	1°	16°
Barro Alto	954.318.638,84	11,1	3°	33°
Crixás	893.743.084,53	10,4	4°	34°
Ouvidor	699.009.555,46	8,2	7°	40°
Catalão	514.239.894,43	6,0	10°	50°
Minaçu	429.007.660,04	5,0	13°	61°
Indiara	253.677.719,15	3,0	15°	85°
Pilar de Goiás	248.238.249,96	2,9	17°	84°
Vila Propício	184.141.223,23	2,1	19°	99°
São Luís de Montes Belos	85.222.543,18	1,0	29°	155°
Total	7.316.618.143,93	85,3	-	-
Outros municípios	1.259.201.773,41	14,7	-	-
Total de Goiás	8.575.819.917,34	100	1°	4°

Fonte: Agência Nacional de Mineração (2022b).

Dentre os dez principais produtores de minérios em Goiás no ano de 2021 (Tabela 8), destacam-se: Alto Horizonte (35,6%), Barro Alto (11,1%), Crixás (10,4%), Ouvidor (8,2%), Catalão (6,0%) e Minaçu (5,0%). Desconsiderados os 10 principais polos, os demais municípios que possuem atividade extrativa mineral participaram com 14,7% do valor da produção mineral goiana.

2.2.1.1 Das reservas medidas

Estão presentes em solo goiano diversos minérios. Os recursos vão desde os metálicos, não metálicos a água mineral, termal e gemas. A formação desses depósitos depende diretamente de ambientes geológicos diversificados e das perspectivas das disposições das estruturas geomorfológicas.

Segundo Gomes, Teixeira Neto e Barbosa (2004, p. 229), “há recursos minerais próprios de terrenos cristalinos (ferro, manganês, níquel, quartzo, mica, cobalto, galena, rutílio, ouro, esmeralda, cobre, entre outros) e de terrenos sedimentares (caulim, bauxita, calcário, carvão, petróleo, ardósia, dolomita, areia, argila, [...])”.

Acerca do assunto, Gomes (1969, p. 79) ainda reforça que “as jazidas minerais são resultantes das camadas heterogêneas da Terra. São as inversões que precipitam os minerais próximos ou à superfície da crosta terrestre. Minerais estes situados nas diversas zonas de constituição do

globo terrestre".

Os terrenos sedimentares goianos ricos em recursos minerais se espalham pelas seguintes bacias geológicas:

> Paranaica, formada por sedimentos primários ou antigos (dos períodos Devoniano e Carbonífero, ricos em calcário e pedras preciosas e semipreciosas) e secundários (ricos em arenitos associados aos derrames de lavas basálticas e diabásicas, ocorridos principalmente no período Triássico); Sanfranciscana, formada também por sedimentos primários (do período Siluriano) e secundários (do período Cretáceo), ricos em ardósia, grafita, fluorita, calcário etc; Parnaibana, formada de sedimentos primários (dos períodos Devoniano e Carbonífero) e secundários (do período Cretáceo), ricos em gipsita, ouro, diamantes (Gomes; Teixeira Neto; Barbosa, 2004, p. 229).

De acordo com os dados trabalhados por Gomes, Teixeira Neto e Barbosa (2004), os complexos com maior potencialidade mineral são:

> [...] o básico-ultrabásico de Niquelândia, situado na Serra da Mantiqueira, rico, sobretudo, em níquel, cobalto, mica, ouro, chumbo e zinco; básico-ultrabásico de Barro Alto, próximo a cidade de Goianésia, rico principalmente em níquel, cobre, mica e etc; o básico-ultrabásico de Cana Brava, no Município de Minaçu, rico sobremaneira em amianto crisólita, magnetita, mica, níquel etc; a sequência vulcano-sedimentar tipo *greenstone-belt* de Crixás e Natividade (TO), rico sobretudo em ouro; o metamórfico de Santa Terezinha de Goiás – Campos Verdes, muito rico em esmeralda; o de rochas plutônicas de Catalão-Ouvidor, riquíssimas em fosfato e nióbio (Gomes; Teixeira Neto; Barbosa, 2004, p. 229).

Para a Agência Nacional de Mineração (2018, p. 141): "As reservas representam um potencial quantitativo medido ou provável de cada substância mineral, que se tornam riqueza no momento da sua produção". No ano de 2017[3], foram medidas 36 substâncias com reservas em Goiás, todas apresentadas na Tabela 1.

As reservas minerais medidas evidenciam o potencial mineral de Goiás. Destaca-se que o estado possui uma carta minerária diversa, podendo atender às demandas de diferentes setores produtivos e de consumo, com importantes reservas minerais metálicas, de interesse do mercado interfacial, assim como minerais não-metálicos, destinados à construção civil, à indústria e ao agronegócio, e de consumo cotidiano, a exemplo da água mineral.

Destaca-se que a plataforma mineral goiana é competitiva no cenário nacional e internacional. Há oportunidades de negócios para os principais arranjos de produção mineral, projetando seu mapa mineral de forma atrativa para as iniciativas de instalação de tecnologias e desenvolvimento de inovações necessárias à exploração de suas riquezas geológicas.

---

[3] Os últimos dados públicos sobre as reservas divulgados pela Agência Nacional Mineral em Goiás foram em 2017 por meio de Desempenho do Setor Mineral – GO/DF.

Vale frisar que as reservas indicadas na Tabela 1 fazem referência ao ano em que elas foram medidas. O relatório da ANM não apresenta todas as reservas, independente do ano em que elas foram mensuradas, reunindo informações sobre o ano de 2017. Quando comparado com os dados do valor de produção, entende-se que algumas importantes reservas não estão em fase de exploração. São estoques minerais que podem vir a ser aproveitados economicamente no futuro, como: ferro, calcário, diamantes, níquel, cobre e ouro. A seguir é traçada uma análise dos principais minérios com reservas medidas em Goiás no ano de 2017.

A - Minérios metálicos

O minério de ferro, em 2021, foi extraído apenas no município de Mimoso de Goiás, porém a medição em 2017 indicou 3 milhões de toneladas em reservas no município de Vicentinópolis. Certamente não se pode afirmar que essas reservas podem ser exploradas imediatamente, o que só poderá ser indicado através de estudos de viabilidade econômica. Porém, elas informam que há riquezas minerais de interesse do mercado presentes no subsolo goiano, algumas inexploradas.

O cobre, principal substância extraída em Goiás, do ponto de vista do valor de produção, teve sua maior reserva medida em Alto Horizonte, único município produtor desse minério no estado em 2021. Porém, também foram medidas importantes reservas no município de Nova Iguaçu de Goiás, que representaram 31% do total. Por serem limítrofes, as reservas de Nova Iguaçu de Goiás possuem potencial para exploração, inclusive com uso da estrutura já instalada em Alto Horizonte, indicando a consolidação da mineração de cobre entre os dois municípios. Juntos concentraram 96,37% das reservas desse minério no estado em 2017.

Outros recursos minerais estratégicos para Goiás, como o ouro, o nióbio e o titânio têm a continuidade de produção nos municípios/regiões onde ela já ocorria antes. O ouro teve importantes reservas medidas em Nova Iguaçu de Goiás (49%), município localizado na mesma região dos principais produtores (Crixás e Pilar de Goiás), que integram o chamado Vale do Rio Crixás (Cardoso Júnior, 2017). Convém recordar que a região também concentra as principais reservas de prata, em Alto Horizonte (67,6%).

Já o nióbio e o titânio concentraram suas reservas medidas no complexo mineral de Catalão e Ouvidor. No caso do nióbio, 100% das reservas encontram-se entre esses dois municípios, e, no caso do titânio, 98,65% foram medidas em Ouvidor. Já as reservas de níquel têm apresentado um esgotamento da capacidade produtiva de Niquelândia. Atualmente essa produção se concentra no município de Barro Alto. Todavia, reservas medidas em 2017 ainda apontam as potencialidades de exploração em Montes Claros de Goiás, que concentrou 35,3%, maior participação no estado.

Outros minérios metálicos se destacam por sua potencialidade, como o cobalto, sem produção registrada em 2021, com reservas medidas em 7 milhões de toneladas em Goiás e com destaque para em Diorama (47,75%) e Santa Fé de Goiás (29,45%). É também o caso do manganês, que teve 44,45% de suas reservas medidas em Cavalcante, seu maior produtor em 2021.

B - Minérios não metálicos

O fosfato, outro mineral estratégico em Goiás, também aponta para continuidade e concentração da produção no complexo Catalão-Ouvidor. Juntos esses municípios detêm 100% das reservas medidas em 2017, com destaque para Catalão com 79,65%. O amianto também teve 100% de suas reservas medidas no seu único município produtor: Minaçu.

No grupo dos calcários, destaca-se como principal potencial para exploração, do ponto de vista das reservas medidas em 2017, o município de Anicuns, que não registra nenhuma produção desse minério em Goiás. Ainda assim, o município concentrou 43,1% das reservas medidas de calcário para ração e 30,7% das reservas de calcário para cimento (ambos os tipos de calcários englobam a substância agrupadora calcário para dolomítico, que se subdivide entre as substâncias calcárias medidas e indicadas na Tabela 1).

Quanto aos recursos minerais utilizados na construção civil, há reservas medidas em todo o território estadual, com potencialidades para a instalação de pequenas, médias e grandes empresas. Destacam-se as reservas de areia em Cristalina (16,5%); de brita em Goiânia (28,35%); de cascalho em Cachoeira de Goiás (32,35%); e de granito em Cezarina (100%).

Analisando os principais minérios de uso industrial, observam-se oportunidades em reservas medidas de interesse ao mercado goiano e brasileiro. Entre as argilas, destacam-se a argila para cerâmica em Planaltina (25,4%), a argila para cimento em Formosa (54,9%) e a argila refratária em Catalão (69,9%).

A vermiculita, que tem sua principal exploração no município de São Luís de Montes Belos, destaca-se por suas reservas em Ouvidor (41,95%) e Catalão (32,80%), municípios que não vêm explorando esse recurso nos últimos anos. Há ainda a possibilidade de expansão da exploração de minérios para a construção civil por meio das reservas de caulim em Formoso (43,25%), de barita em Catalão (97,7%) e de talco em Aloândia (73,8%).

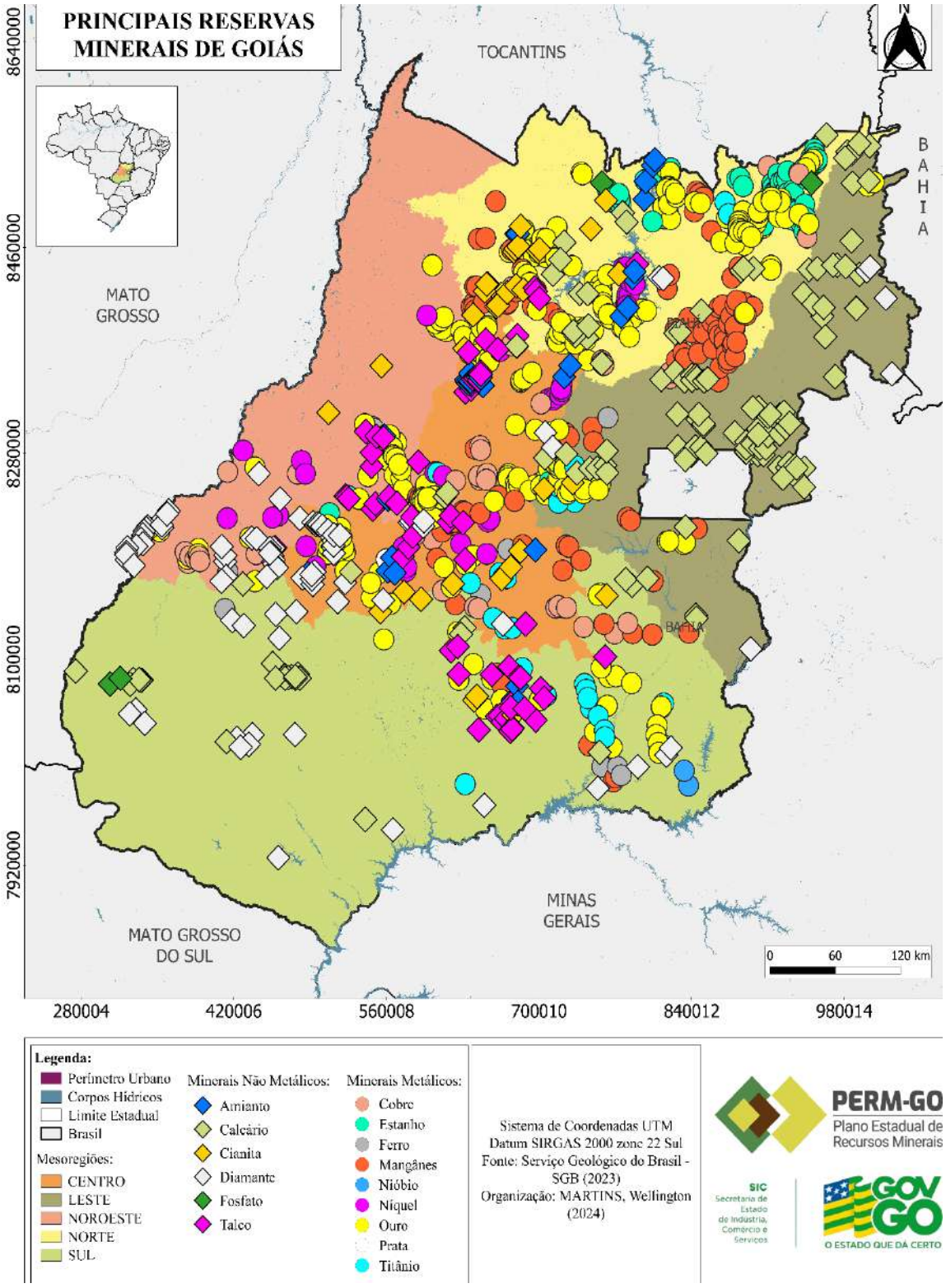
C - Gemas e água

A respeito das gemas preciosas, destaca-se que o estado de Goiás tem no horizonte a possibilidade de reativar, de forma expressiva, a exploração de diamantes. Em 2021 foram medidas mais de 67 milhões de toneladas em reservas dessa gema preciosa no estado, concentradas na microrregião de Iporá (94,80%), com destaque para o município de Fazenda

Nova (41,9%).

Por fim, quanto à água, que é um importante recurso explorado em Goiás e integra o rol das dez principais substâncias minerais exploradas comercialmente no estado de acordo com o Valor de Produção Mineral, foram medidas reservas em 30 municípios para a água mineral, destacando-se Formosa com (13,17%), e em seis municípios para a água termal, destacando-se Rio Quente com (43,4%). A Figura 2 traz a distribuição das principais reservas minerais no território goiano.

Figura 2 - Distribuição das principais reservas minerais em Goiás - 2017



Fonte: Wellington Martins (2024).

2.2.2 Contextualização das principais questões socioambientais relacionadas com a atividade minerária em Goiás

Nesse item apresenta-se o impacto que a atividade de mineração pode causar à população de modo geral através da poluição e da degradação ambiental. Apresentam-se também os principais impactos e danos recorrentes aos recursos hídricos, ao solo e ao ar. Também foram contemplados os efeitos sonoros e visuais que impactam a vida das populações dos municípios que são contemplados com atividades de mineração em sua plataforma de atividades econômicas.

A extração mineral, por mais cuidadosa e sustentável que seja, trará ao solo goiano cicatrizes profundas tanto físicas como sociais. A remoção do solo fértil é uma necessidade para o bom êxito da atividade mineral e sua recomposição, uma conquista difícil de se realizar. Estudos ainda seminais são realizados para propiciar essa recomposição.

Quanto aos aspectos sociais, muitos são os benefícios auferidos pela população, entre eles aumento de empregos, desenvolvimento e crescimento local, porém, com o término da atividade mineral, algumas localidades entram em declínio econômico, além das externalidades causadas à comunidade, como a presença de rejeitos minerais, que apresentam um passivo ambiental negativo não resolvido durante a exploração da cava mineral.

O texto também aborda de modo geral os diversos processos de minimizar os impactos causados com a instalação da indústria mineradora, como impactos paisagísticos, desastres ambientais e má gestão das atividades no processo exploratório.

2.2.2.1 Principais problemas causados ao meio ambiente

Atividade de grande importância econômica, a mineração é frequentemente impactante ao meio ambiente. Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, afetando a biota, as condições estéticas e a qualidade dos recursos ambientais, deve ser considerada como impacto ambiental.

A mineração é a única atividade cuja obrigação de Recuperação de Áreas Degradadas (RAD) é imposta pela Constituição Federal do Brasil de 1988. O Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, em sua Instrução Normativa n° 11 de 2014, uma das quais regulamentam o RAD no Brasil, considera área degradada como “aquela impossibilitada de retornar por uma trajetória natural a um ecossistema que se assemelhe ao estado inicial, dificilmente sendo restaurada, apenas recuperada”. A mesma norma conceitua recuperação como a “restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que

pode ser diferente de sua condição original" (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2014, p. 126).

Ainda nos termos da Instrução Normativa ICMBIO nº11/2014, esse processo deve ocorrer através da "condução de regeneração natural", ou seja, é esperado que a recuperação da área seja estimulada, uma vez que, apesar de a regeneração natural ocorrer sem indução humana em certas situações, essa não é uma medida comumente empregada. Concorre para tanto o fato de a remoção do solo orgânico dificultar o estabelecimento espontâneo da vegetação, intensificando o processo erosivo, principalmente onde a estocagem do solo não foi realizada devidamente.

Segundo a *United States Environmental Protection Agency* (2011), essa atividade geralmente resulta em desmatamento, poluição hídrica, poluição sonora, subsidências do terreno, assoreamento de rios, impactos visuais, paisagísticos e sobre fauna e flora. No Quadro 3, pode-se notar os tipos de danos causados ao meio ambiente devidos à ação mineradora.

Quadro 3 - Principais danos causados pela ação mineradora

Impacto	Dano
Corpos hídricos	Aumento da turbidez e variação da qualidade da água, alteração do seu pH; contaminação química; contaminação da água com metais pesados como o chumbo, mercúrio, cádmio, cromo e níquel; redução do oxigênio dissolvido nos ecossistemas aquáticos; mudança do curso natural do lençol freático; assoreamento dos rios; redução do volume de água; extinção do rio.
Atmosfera	Gases poluentes advindos de explosões; poeiras; poluentes químicos.
Solo	Assoreamento dos rios; erosão de solo; remoção da cobertura vegetal e cortes na topografia; remoção de material estéril; poluição por agentes químicos; acúmulo de elementos tóxicos; acidificação; perda de fertilidade; toxicidade de plantas.
Sonoro	Grandes explosões; tráfego intenso de veículos pesados; movimentação de equipamentos pesados.
Visual	Aparecimento de grandes crateras e lagos; paredões e áreas devastadas.

Fonte: Os autores, com base em Portella (2015).

O impacto da atividade de mineração também pode atingir a população, que sofre com toda essa degradação e pode desenvolver diversas doenças (genéticas, pulmonares, dermatológicas, coronárias), muitas delas causadas pelo efeito cumulativo de substâncias tóxicas e/ou radioativas no organismo.

A imagem da mineração como uma atividade agressiva ao meio ambiente e aos interesses do desenvolvimento tem suas raízes na intensa demanda pelos bens minerais que vigorou no passado, associada à falta tanto de soluções tecnológicas adequadas quanto de prioridade para a conservação ambiental na agenda dos governos. Essa combinação de fatores induziu o desenvolvimento de uma indústria mineral predatória, bastante generalizada até épocas recentes

da história da humanidade. Tal realidade está mudando à medida que a indústria mineral se moderniza e que o controle se torna mais efetivo e logo aquela imagem negativa se tornará coisa do passado. Porém, as atividades de remoção do solo ainda geram a necessidade de recuperação de área degradada.

A ação de recuperação, cuja intensidade depende do grau de interferência havida na área, pode ser realizada através de métodos edáficos (medidas de sistematização de terreno) e vegetativos (restabelecimento da cobertura vegetal). Em essência, é imprescindível que o processo de revegetação receba o mesmo nível de importância dado à obtenção do bem mineral.

No processo extrativo, a restauração da área nunca acontece, pois restaurar implica a reprodução exata das condições do local antes da alteração sofrida. A reabilitação parece ser a proposta mais próxima da realidade e está ligada ao uso e à ocupação do solo, ou seja, é uma reutilização do local minerado como área de lazer, residencial, comercial, industrial, entre outros.

Diversos são os processos de recuperação das áreas degradadas. Nesse contexto, alguns dos resultados contribuem significativamente para o desenvolvimento harmônico da região, evitando sobremaneira problemas de desertificação causadas pelo uso inadequado do solo, práticas erradas da mineração e manejo de solo e vegetação. A recuperação de áreas degradadas requer a utilização de princípios ecológicos e de práticas de silvicultura oriundos do conhecimento básico do ecossistema que se vai trabalhar, com descrição das espécies a serem utilizadas na aplicação de modelos de recuperação.

Os processos de recuperação de uma área degradada podem ser iniciados através de diferentes métodos. Os principais são por meio de medidas de intervenção do homem: reflorestamento com mudas e manejo adequado e também a regeneração natural da vegetação ainda existente. A rapidez da recuperação via regeneração natural dependerá do processo de intemperização dos solos, da proximidade de árvores porta-sementes e do banco de sementes. Os possíveis níveis de recuperação de uma área podem se dividir em:

a) Nível básico – prevenção de efeitos maléficos para a área ao redor do local, porém sem medidas para recuperação do local que foi minerado;
b) Nível parcial – recuperação da área a ponto de habilitá-la para algum uso, mas deixando-a ainda bastante modificada em relação a seu estado original;
c) Recuperação completa – restauração das condições originais do local (especialmente topografia e vegetação);
d) Recuperação que supera o estado original da paisagem antes da mineração – em certos casos, o empenho em recuperar uma área já minerada resulta em melhoramento da estética do local em relação ao estado original. Em certas situações, as ações de

recuperação podem levar um ambiente degradado a uma condição ambiental melhor que a situação alterada inicial.

Em Goiás foi assinado em 2011 um convênio de Cooperação com a Companhia Mineradora Anglo *American* Brasil Ltda. com a Embrapa Cerrados para o desenvolvimento de pesquisas sobre "Diversidade vegetal, disponibilidade de metais e organismos no solo: ferramentas para a recuperação de áreas sob mineração de níquel nos complexos ultramáficos de Barro Alto-GO" e sobre "Relações entre metais do solo e a biodiversidade no Cerrado: ferramentas para a conservação ambiental e a recuperação de áreas degradadas" (Projeto, 2011). Essas parcerias são importantes para se tentar amenizar problemas futuros ao meio ambiente.

O revestimento vegetal do local minerado pode corrigir ou diminuir, substancialmente, os impactos provocados pela mineração sobre os recursos hídricos e visuais da área. Normalmente, a vegetação existente no início da mineração é eliminada no começo das atividades. Recomendam-se alguns procedimentos para remoção da vegetação e das lavras:

- Retirar qualquer material com valor comercial, como a madeira, para depois remover completamente a cobertura vegetal;
- Remover completamente todo solo orgânico;
- Remover o solo estéril e o minério. A deposição de solo estéril ocorre ao mesmo tempo em que ocorre a escavação. Essa fase é decisiva para a recuperação, pois a futura paisagem será definida. Sempre que possível, o estéril deve ser depositado na mesma sequência que foi retirado — o que vai garantir que o melhor material esteja depositado na superfície.

Do ponto de vista ecológico, o controle de taludes e de água parece ser um fator importante para alcançar a estabilidade de áreas mineradas. Em situações de mineração nos trópicos, a água parece ser o fator que mais cria instabilidade. Isso se manifesta através de deslizamentos de superfície e no transporte de partículas ou movimentos de massa dos depósitos estéreis, em virtude da saturação e/ou das condições lubrificantes da água, causando sedimentação nos cursos de águas.

A mineração de superfície exige a retirada da vegetação e da capa superior do solo existente sobre o minério. Essa capa, enriquecida com material orgânico, é deslocada para qualquer posição, o que, muitas vezes, favorece sua perda. Ademais, o manejo do solo e da matéria orgânica influencia tanto os rendimentos obtidos na produção agrícola como a qualidade ambiental.

A escolha de espécies para utilização em recuperação de áreas degradadas deve ter, como ponto

de partida, estudos da composição florística da vegetação remanescente da região. A partir desses levantamentos, experimentos silviculturais devem ser montados, procurando explorar a variação ambiental e os níveis de tecnologia. No caso, as espécies pioneiras e secundárias iniciais deverão ter prioridade na primeira fase da seleção de espécies para a região. Todavia, para se alcançar pleno êxito na tarefa, além do conhecimento sobre as causas da degradação e as formas de recuperação, é preciso, também, conhecer as necessidades sociais, econômicas e os aspectos culturais da comunidade local. Uma comunidade pobre, que dependa exclusivamente de um recurso natural como a vegetação para sua sobrevivência, deve utilizá-lo de forma racional a fim de mantê-lo para as próximas gerações. Faz-se necessário, portanto, que se explore apenas o suficiente e que haja reposição do que foi retirado.

A recuperação de solos degradados pode ser buscada por uma cobertura que tenha facilidade de estabelecimento, por rápido desenvolvimento de cobertura e pela melhoria das condições físicas e biológicas do solo. Ao mesmo tempo, as espécies pioneiras e secundárias iniciais deverão ter prioridade na primeira fase da seleção de espécies. Podem-se buscar três opções que poderão ser utilizadas isoladamente ou em conjunto:

a) Utilização de espécies florestais para aplicação no modelo de sucessão secundária;

b) Espécies florestais para formação de povoamentos puros;

c) Utilização de espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas.

O ponto de maior importância a ser considerado com relação ao revestimento vegetal de áreas mineradas é a sobrevivência das plantas nas condições extremamente adversas do local. A escolha da espécie deve considerar: valor econômico potencial da espécie; a influência da planta sobre a fertilidade do solo; a utilidade da planta como abrigo e alimento para fauna; e o efeito estético.

Espécies nativas devem ter preferência sobre as introduzidas. Estas em geral criam problemas em algum ponto do futuro, por exemplo: susceptibilidade a doenças ou a insetos, exclusão de outra vegetação desejável, inibição do ciclo de nutrientes, susceptibilidade ao fogo, exclusão da fauna, uso excessivo de água, interrupção e supressão de interação biológica.

As espécies introduzidas podem contribuir mais significativamente na procura de objetivos em curto prazo. As gramíneas podem ser descritas como espécies que apresentam crescimento rápido, baixa exigência em fertilidade, alta capacidade de perfilhamento e sistema radicular que proporciona melhor suporte mecânico para o solo. Destaca-se que o perfilhamento contribui para a sustentabilidade do sistema por meio do fornecimento de matéria orgânica e devido à grande capacidade de produção de biomassa. Dependendo do objetivo da recuperação, se a produção de lenha é o objetivo a curto tempo, o eucalipto aparece insuperável em termos de

produção.

As espécies lenhosas usadas em recuperação são predominantemente árvores nativas. Estas são algumas das mais utilizadas: *Mimosa scabrella*, *Eucalyptus spp*, *Tabebuia spp*, *Inga spp*, *Pinus spp*, *Acacia spp*, *Parapiptadenia rigida*, *Peltophorum dubium*, *Leucaena leucocephala* e *Balfourodendron riedelianum*. Outras espécies utilizadas foram: *Schinus terebinthifolius*, *Eugenia uniflora*, *Psidium catleianum*, *Vitex megapotamica*, *Luehea divaricata* e *Cupania vernalis*.

Quase a totalidade das minas utiliza espécies de gramíneas introduzidas, pois a falta de sementes, a ausência de conhecimento sobre adequação das espécies e os problemas de germinação têm desencorajado o uso das gramíneas nativas e, consequentemente, promovido uma dependência de espécies introduzidas.

É preciso considerar a importância das leguminosas lenhosas e herbáceas na seleção de espécies, em virtude da possibilidade de fixar o nitrogênio da atmosfera. Um bom exemplo de herbácea nativa que deve ser utilizada é a *Schrankia spp*. Exemplos de leguminosas de verão: milheto e mucuna-preta; leguminosas de inverno; aveia preta e ervilhaca. Grande parte dessas espécies apresenta elevada produção de biomassa com significativo aporte de folhas ao solo, proporcionando assim rápida formação de *litter* e, consequentemente, intensa ciclagem de nutrientes.

As gramíneas do gênero *Brachiaria* destacam-se pela capacidade de adaptação aos diferentes ambientes, facilidade de manejo e aceitabilidade econômica. A *Brachiaria decumbens* possui crescimento decumbente, cobrindo rapidamente o solo; tolerância ao sombreamento, à seca e à baixa fertilidade do solo; e adaptação em regiões de clima tropical, com temperaturas elevadas e precipitação anual entre de 800 e 1.200 mm.

A fauna deve ser considerada quando se selecionam espécies de plantas para recuperação. A recuperação não deve somente empenhar-se em estabelecer o habitat faunístico, mas atrair a fauna para os locais recuperados, com o propósito de incrementar a diversidade.

Usa-se em recuperação duas técnicas básicas de cultivo: semeadura ou plantio de mudas. A escolha do método depende de fatores como a natureza da área a ser semeada, o tamanho e a capacidade germinativa das sementes e as características de propagação de espécies individuais.

A semeadura direta pode ser utilizada em situações em que não pode ocorrer a regeneração natural nem o plantio de mudas, além de ser um método versátil e barato. Entretanto, apesar das vantagens apresentadas, a técnica de semeadura direta apresenta em contrapartida uma germinação irregular e com predominância de poucas espécies, sendo, em muitas vezes, necessário fazer uma reposição das sementes que não germinaram, para que se chegue ao resultado esperado.

2.2.2.2 Observações pertinentes

O cenário do século XXI demonstra que o setor mineral em Goiás, assim como no Brasil, se apresenta altamente industrializado, baseado no uso de tecnologias que tendem a automatizar cada vez mais a produção. É um setor alicerçado em conhecimentos científicos, técnicos e mercadológicos. Sua estrutura produtiva é sólida, lucrativa e está apoiada no modo de produção industrial. O setor tem desempenhado cada vez mais papel de importância na economia goiana, principalmente para a geração de divisas, motivando o superávit na balança comercial.

A análise das variáveis ambientais mostrou-se intrigante. Apesar do discurso desenvolvimentista do setor mineral, o que se pôde perceber é que há uma realidade antagônica nas regiões. Ao mesmo tempo que são produzidas muitas riquezas, facilmente evidenciadas em variáveis econômicas, a realidade social e ambiental em pouco se alterou e, em alguns casos, até mesmo se agravou.

2.2.3 Caracterização da mão de obra na indústria minerária

A mão de obra na produção mineral (extrativa mineral) em Goiás está distribuída por empresas instaladas em 124 municípios dos 246 do estado, segundo dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) de 2021. Devido à localização das minas e do beneficiamento do minério, existem dificuldades para atender a planta produtiva com trabalhadores em quantidade e com conhecimento necessários para a atividade.

Por um lado, fatores que tornam a mão de obra um tema delicado para a mineração são objeto recorrente de debates e de encontros científicos e profissionais que tratam do futuro da atividade. Por outro lado, as características dos trabalhadores que operam nessas atividades não são discutidas e conhecidas amplamente. É o que se pretende tratar neste tópico: conhecer tais características.

Para se atingir o objetivo que é caracterizar a mão de obra que atua na atividade mineral, foi realizada pesquisa bibliográfica, tendo como fontes principais a RAIS do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) e o Instituto Mauro Borges (IMB).

O texto a seguir está dividido em duas partes, além da introdução e da conclusão. Na primeira parte se observam as características da mão de obra na extrativa mineral e depois se analisa as condições da formação e de treinamento para os trabalhadores.

2.2.3.1 Mão de obra na mineração em Goiás: principais características

Tendo a faixa etária em primeiro lugar, tem-se pessoas relativamente novas empregadas na atividade extrativa mineral, pois as faixas com maior volume de trabalhadores ativos são as de 18 a 39 anos, com 3.876 dentre os 11.204 empregados da atividade extrativa mineral (Tabela 9) e com 5.174 dos 17.388 empregados da indústria de produto mineral não metálico. Em segundo lugar, com 1.654 pessoas, está a faixa de 40 a 49 anos, (Anexo A, Tabela 34). Na atividade de extração, há pessoas menores de idade trabalhando em oito municípios e na indústria de não metálicos, em 34 localidades.

Tabela 9 – Goiás: faixa etária de pessoas empregadas na extrativa mineral e na indústria de produto mineral não metálico - 2021

Atividade	Faixa Etária							
	15 a 17	18 a 24	25 a 29	30 a 39	40 a 49	50 a 64	65 ou mais	Total
Extrativa mineral	26	1.364	1.527	3.876	2.821	1.456	134	11.204
Ind. de prod. mineral não metálico	69	3.314	2.910	5.174	3.586	2.178	157	17.388

Fonte: Brasil (2023a).

Nas faixas etárias acima de 50 anos, o volume de empregados cai de forma acentuada, principalmente na extrativa mineral, e a explicação para tal evento está na Lei n. 9.032/1995 (Brasil, 1995), que trata da aposentadoria especial:

> Art. 57. A aposentadoria especial será devida, uma vez cumprida a carência exigida nesta lei, ao segurado que tiver trabalhado sujeito a condições especiais que prejudiquem a saúde ou a integridade física, durante 15 (quinze), 20 (vinte) ou 25 (vinte e cinco) anos, conforme dispuser a lei (Brasil, 1995, Art. 57).

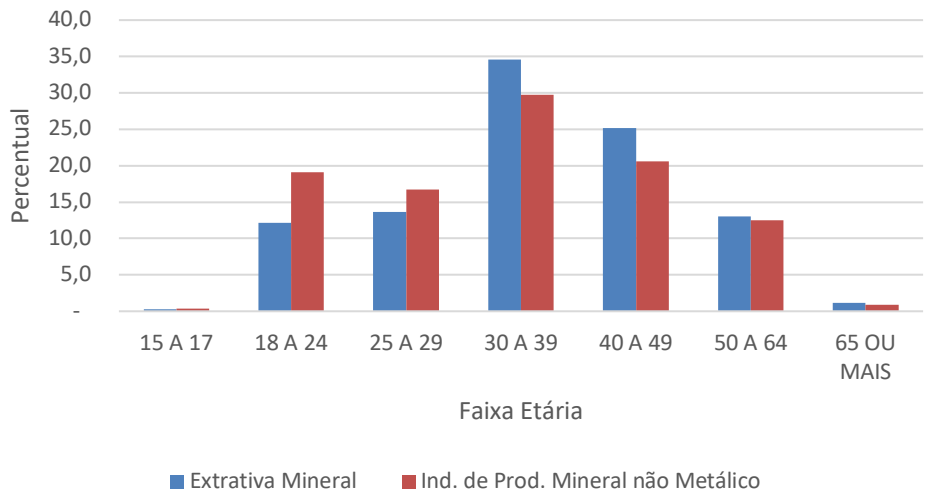
Essa lei foi alterada pela PLP n. 245/2019, que trata da aposentadoria especial para algumas atividades que estão expostas à periculosidade ou à insalubridade. O art. 2º da PLP discrimina as condições (Brasil, 2019).

> Art. 2º A aposentadoria especial será devida ao segurado cujas atividades sejam exercidas com efetiva exposição a agentes químicos, físicos e biológicos prejudiciais à saúde, ou associação desses agentes, incluídos em lista definida pelo Poder Executivo, ou atividades equiparadas, observadas a carência de 180 (cento e oitenta) contribuições mensais e as seguintes condições:
>
> I – para o segurado que se tenha filiado ao Regime Geral de Previdência Social até a data de entrada em vigor da Emenda Constitucional nº 103, de 2019, quando o somatório da idade e do tempo de contribuição e o tempo de efetiva exposição forem, respectivamente, de:
>
> a) 66 (sessenta e seis) pontos e 15 (quinze) anos de efetiva exposição;
>
> b) 76 (setenta e seis) pontos e 20 (vinte) anos de efetiva exposição;

> c) 86 (oitenta e seis) pontos e 25 (vinte e cinco) anos de efetiva exposição.
> II – para o segurado que se tenha filiado ao Regime Geral de Previdência Social após a data de entrada em vigor da Emenda Constitucional nº 103, de 2019, quando a idade e o tempo de efetiva exposição forem, respectivamente, de:
> a) 55 (cinquenta e cinco) anos de idade e 15 (quinze) anos de efetiva exposição;
> b) 58 (cinquenta e oito) anos de idade e 20 (vinte) anos de efetiva exposição;
> c) 60 (sessenta) anos de idade e 25 (vinte e cinco) anos de efetiva exposição (Brasil, 2019, Art. 2º).

A concentração da mão de obra está nas faixas etárias que compreende os de 25 a 49 anos, com 73,4% do total na extrativa mineral e com 67,1% na indústria de minerais não metálicos (Gráfico 14). Dadas as condições de trabalho, a extrativa mineral é uma atividade que oferta muitas oportunidades para quem está entrando no mercado de trabalho e se dispõe a morar em pequenos municípios do estado.

Gráfico 14 – Goiás: intervalos de idades de trabalhadores na extrativa mineral e na indústria de produto mineral não metálico - 2021



Fonte: Brasil (2023a).

Quanto à distribuição dos trabalhadores por sexo nas atividades, tem-se predomínio da presença masculina (Tabela 10). A média de participação de homens na atividade extrativa mineral, nos 15 municípios selecionados, é de 88,9%, enquanto a de mulheres é de 11,1%. A mesma situação se repete na indústria de produto mineral não metálico com 89,8% de homens e 10,2% de mulheres.

O município de Caturaí é o único com mais mulheres no quadro de funcionários: um total de 60% dos empregados. Porém, existem 39 localidades com 100% de trabalhadores e outros 39 com mais de 90% do sexo masculino, isso na extrativa mineral. Na indústria de produtos minerais não metálicos, as mulheres são maioria em três locais e os homens estão em 100% das vagas em 23 municípios ao mesmo tempo que 57 cidades têm mais de 90% de empregados

masculinos. Essa condição precisa ser revista com políticas públicas para a promoção de ambientes mais inclusivos.

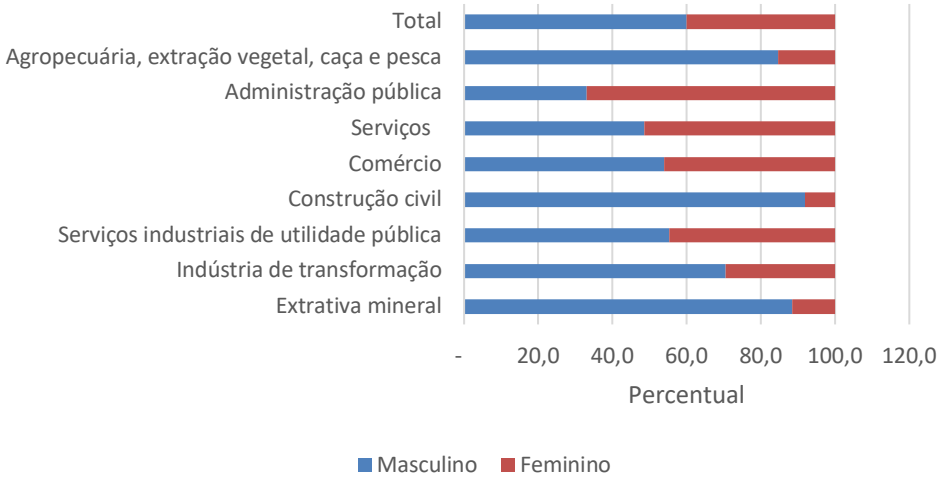
Tabela 10 – Goiás: extrativa mineral, sexo do trabalhador - 2021

Atividade	Participação (%)	
	Masculino	Feminino
Extrativa mineral	88,9	11,1
Ind. de prod. mineral não metálico	89,8	10,2

Fonte: Brasil (2023a).

A maior presença masculina nas atividades produtivas em Goiás (Gráfico 15) não ocorre no setor de serviços e da administração pública, em que respectivamente há 51,3% e 67% de presença feminina. Por outro lado, a construção civil, com 8%, e a extrativa mineral, com 11,1%, são os setores com menor número de mulheres.

Gráfico 15 – Goiás: municípios selecionados, distribuição relativa (%) de trabalhadores por sexo nos setores produtivos. 2021



Fonte: Elaborado a partir de Brasil (2023a).

Os trabalhadores com formação escolar de nível médio completo são maioria nas duas atividades: tanto na extrativa mineral (com 59,04%) como na indústria de produto mineral não metálico (com 52,93%). A extrativa mineral é a que mais contrata pessoas com nível superior e pós-graduado, chegando a 11,7% e a 0,17% do total respectivamente (Tabela 11). Os municípios que mais contratam pessoas com nível superior são: Alto Horizonte, Crixás, Catalão, Minaçu e Pilar de Goiás. Com titulação de pós-graduado se têm 19 pessoas, sendo 17 mestres e 2 doutores. Estes dois estão alocados em Catalão e Crixás. As empresas que contratam mestres são de grande e médio porte, como as instaladas em Alto Horizonte, Catalão, Crixás, Minaçu e Vila Propício.

Na indústria de produto mineral não metálico, a mão de obra caracteriza-se por poucos terem cursado o ensino superior e pós-graduação, sendo que 93,9% estudaram nos diversos níveis até o ensino médio completo. Das pessoas trabalhando, 4,9% estão estudando ou já concluíram o ensino superior, duas pessoas fizeram um mestrado e o mesmo número cursou um doutorado. Conclui-se que é uma atividade que exige pouca formação escolar.

Tabela 11 – Goiás: municípios selecionados, nível escolar dos trabalhadores na atividade extrativa mineral - 2021

Nível escolar	Atividade	
	Extrativa mineral	Ind. de prod. mineral não metálico
Analfabeto	0,33	1,20
Até 5ª Incompleto	3,18	4,08
5ª Completo Fundamental	1,54	3,43
6ª a 9ª Fundamental	5,93	10,47
Fundamental Completo	9,58	12,25
Médio Incompleto	6,71	10,71
Médio Completo	59,04	52,93
Superior Incompleto	1,82	1,47
Superior Completo	11,70	3,43
Mestrado	0,15	0,01
Doutorado	0,02	0,01
Total	100	100

Fonte: Brasil (2023a).

Dentre os setores econômicos, a construção civil é o que mais emprega proporcionalmente trabalhadores analfabetos e nenhum com titulação de doutor. O setor que mais emprega mestres e doutores é o de serviços, já a administração pública tem maioria dos servidores com nível superior completo, com 42,8% do total. A agropecuária não emprega pós-graduados (mestrado ou doutorado) e a maioria (41,4%) dos trabalhadores tem curso médio completo (Tabela 12).

Tabela 12 – Goiás, municípios selecionados, participação (%) da escolaridade dos trabalhadores por setores econômicos – 2021

continua

Município	Nível escolar											
	Analfabeto	Até 5ª Incompleto	5ª Completo Fundamental	6ª a 9ª Fundamental	Fundamental Completo	Médio Incompleto	Médio Completo	Superior Incompleto	Superior Completo	Mestrado	Doutorado	Total
Extrativa mineral	0,33	3,18	1,54	5,93	9,58	6,71	59,04	1,82	11,70	0,15	0,02	100
Indústria de transformação	0,50	2,34	1,60	6,15	7,10	9,44	59,24	3,28	10,23	0,09	0,03	100
Serviços industriais de utilidade pública	0,26	1,20	0,43	3,61	4,55	5,67	78,18	1,63	4,21	0,26	-	100
Construção civil	0,62	3,81	2,52	10,12	11,38	7,45	59,21	1,03	3,83	0,02	-	100

Tabela 12 - Goiás, municípios selecionados, participação (%) da escolaridade dos trabalhadores por setores econômicos – 2021

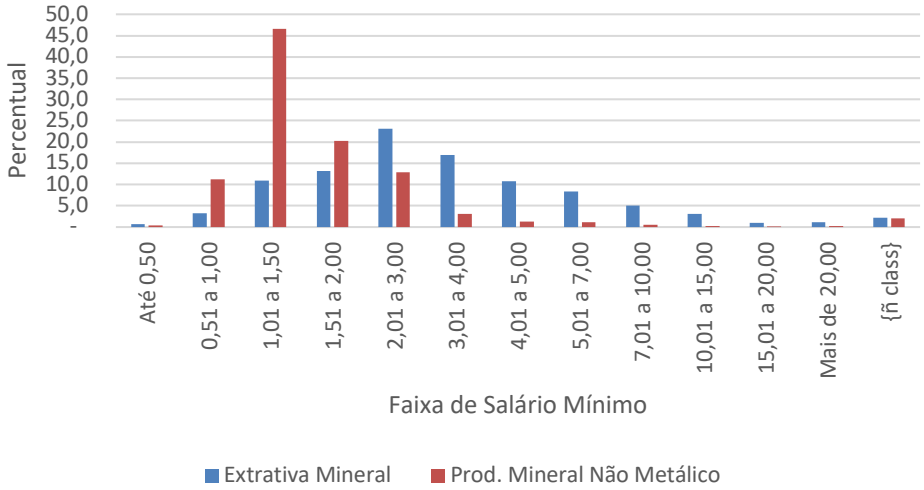
conclusão

Município	Nível escolar											
	Analfabeto	Até 5ª Incompleto	5ª Completo Fundamental	6ª a 9ª Fundamental	Fundamental Completo	Médio Incompleto	Médio Completo	Superior Incompleto	Superior Completo	Mestrado	Doutorado	Total
Comércio	0,11	0,57	0,57	2,06	4,06	7,15	75,27	3,71	6,45	0,04	0,01	100
Serviços	0,28	1,19	0,97	4,86	4,58	4,88	59,26	4,42	18,26	0,85	0,46	100
Administração pública	0,23	1,55	1,49	3,96	5,87	3,58	38,42	1,95	42,76	0,13	0,05	100
Agropecuária, extração vegetal, caça e pesca	1,62	7,87	4,74	13,68	16,91	10,21	41,40	0,85	2,72	-	-	100

Fonte: Brasil (2023a).

A extrativa mineral tem o maior número de trabalhadores recebendo uma remuneração média entre dois e três salários mínimos (SMs), 23,2% do total; em segundo lugar estão os que recebem pouco mais de três a 4 SMs, com 16,5% (Gráfico 16). É importante observar que 13,5% recebem entre pouco mais de cinco até dez SMs. Enquanto isso, na indústria de produto mineral não metálico, 46,6% estão na faixa de 1 a ½ SM e outros 20,2%, entre mais de ½ a 2 SMs. Em suma, 91,3% recebem até no máximo 3 SMs. Diante desses dados, compreende-se que a extrativa mineral tem mão de obra mais bem remunerada.

Gráfico 16 – Goiás, faixa remuneração média (Salário Mínimo - SM), extrativa mineral e indústria de produto mineral não metálico - 2021



Fonte: Adaptado de Brasil (2023a).

Os valores do Gráfico 16 mostram uma característica relevante da mão de obra da extrativa

mineral: o fato de o rendimento médio ser o segundo melhor dentre os setores produtivos do estado (Tabela 13). Considerando os 15 municípios selecionados que mais arrecadaram CFEM em 2021, tem-se que, somente em Barro Alto, Jandaia e Planaltina, os rendimentos ficaram abaixo de outros setores. O maior rendimento médio é de Ouvidor, com o valor de R$6.537,00, enquanto o menor foi o de Guarani de Goiás com R$2.585,00 (Tabela 13). É um setor em que o trabalhador é em média mais bem remunerado que outros setores, fato que colabora muito com a circulação de renda em municípios menores e favorece em maior grau a melhoria de vida dessas pessoas e de suas famílias.

Tabela 13 – Goiás, municípios selecionados, rendimento médio (R$1,00) - 2021

Localidade	Rendimento Médio	Atividades produtivas						
		Extrativa mineral	Indústria de transformação	Construção civil	Comércio	Serviços	Administração pública	Agropecuária, extração vegetal, caça e pesca
Estado de Goiás	2.925	4.203	2.531	2.191	2.099	2.525	4.928	2.267
Alto Horizonte	3.692	5.998	1.514	3.604	3.629	1.540	2.395	1.817
Barro Alto	2.983	2.758	4.990	1.237	1.520	2.009	2.593	1.819
Catalão	2.957	5.350	3.688	2.662	2.081	2.771	4.093	2.382
Cocalzinho de Goiás	2.172	2.904	2.230	1.408	1.425	2.112	2.612	1.746
Crixás	3.740	5.673	2.218	4.288	1.538	2.405	2.838	1.828
Goiás	2.310	2.965	590	1.683	1.613	2.908	2.690	1.956
Guarani de Goiás	2.041	2.585	-	-	1.478	1.755	2.078	1.665
Indiara	2.213	2.929	1.962	843	1.685	1.893	2.888	1.913
Jandaia	2.917	2.367	3.249	0	2.428	2.577	2.727	1.956
Minaçu	2.788	4.956	1.398	2.266	1.524	2.010	2.849	1.453
Ouvidor	4.216	6.537	5.393	2.740	1.528	1.777	3.586	1.811
Pilar de Goiás	3.319	4.658	1.537	0	2.753	1.365	1.843	1.738
Planaltina	2.238	2.940	2.423	1.136	1.516	1.796	3.126	2.030
São Luís de Montes Belos	2.047	3.079	1.718	1.993	1.788	2.066	3.000	1.798
Vila Propício	1.977	3.235	0	0	1.321	1.250	1.576	1.896

Fonte: Instituto Mauro Borges (2023).

Em resumo, a mão de obra da área da extrativa mineral em Goiás se caracteriza por trabalhadores que se aposentam em menos tempo que a grande maioria de outras áreas. O ambiente de trabalho é predominantemente masculino. O nível educacional que prevalece entre os contratados é o médio superior e ainda há grande parte com nível superior completo. É, enfim, a mão de obra mais bem remunerada entre os setores econômicos na maioria dos municípios selecionados.

2.2.3.2 Indicadores educacionais que influenciam nas características para a formação do trabalhador

Nesta seção do texto, empregar-se-ão os dados dos quinze municípios que mais arrecadaram a Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM) em 2021, para melhor visualização do contexto da educação e da formação da mão de obra que pode ser empregada na mineração em Goiás.

De início, a taxa de alfabetismo dos municípios selecionados (Tabela 14) é superior à média estadual somente em Catalão e Ouvidor, com 94,8% e 93,8% respectivamente, enquanto no estado foi de 92,7% (no Brasil a taxa é de 90,4%). Em Goiás, a menor taxa foi de Guarani de Goiás com 79,4%. Entre 2000 e 2010 (últimos dados publicados foram de 2010), os municípios que mais avançaram no quesito em pauta foram Barro Alto com 11,9% e Guarani de Goiás com 10%, resultados que mostram o esforço para melhorar números baixos da alfabetização.

Tabela 14 – Goiás, municípios selecionados, taxa de alfabetização (%) – de 2000 a 2010, taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade - 2010

Localidade	Taxa de alfabetização (%)			Taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade [2010]
	2000	2010	Variação (%) 2000-2010	
ESTADO DE GOIÁS	89,2	92,68	3,9%	98,2%
Alto Horizonte	86,1	88,6	2,9%	97 %
Barro Alto	79,2	88,59	11,9%	99%
Catalão	92,1	94,84	3,0%	97,1%
Cocalzinho de Goiás	82,3	88,72	7,8%	95,2%
Crixás	84	89,16	6,1%	96,7%
Goiás	85,4	87,65	2,6%	98,2%
Guarani de Goiás	72,2	79,44	10,0%	97,2%
Indiara	85,5	88,82	3,9%	96,8%
Jandaia	87,5	87,88	0,4%	99,6%
Minaçu	86,9	87,76	1,0%	98,6%
Ouvidor	90,2	93,79	4,0%	98,7%
Pilar de Goiás	86,5	88,71	2,6%	98,1%
Planaltina	85,6	90,87	6,2%	96,4%
São Luís de Montes Belos	87,9	91,11	3,7%	99,3%
Vila Propício	75,2	82,45	9,6%	96,9%

Fonte: Instituto Mauro Borges (2023).

Voltando à análise para a taxa de escolarização de pessoas com idade entre 6 e 14 anos, tem-se o município de Jandaia com 99,6%, o melhor indicador, ao passo que a pior situação é de Cocalzinho de Goiás com 95,2% (Tabela 14). Esses números mostram a necessidade de buscar alternativas para se alcançar a totalidade dos jovens e lhes garantir um futuro mais promissor.

Observando pelo ponto de vista do Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM) apresentado pelo Instituto Mauro Borges, em que a nota máxima é de 10 pontos, o IDM Geral[4] do município de Ouvidor tem a melhor situação entre os analisados, com 6,45 pontos (Tabela 15), enquanto Vila Propício ficou com 4.04 pontos em último lugar.

Olhando especialmente para o IDM Educação[5], o município com melhor colocação é Cocalzinho de Goiás com 6,93 pontos; por outro lado, Pilar de Goiás ficou em último com 4,23 pontos. São valores muito baixos quando se observa que a pontuação máxima é 10.

O índice da Infraestrutura[6] dos prédios das escolas públicas urbanas, que é um componente do IDM Educação, mostra-se sofrível em todos os municípios selecionados. Contudo, com melhor posição se tem três localidades com a mesma pontuação: Cocalzinho de Goiás, Guarani de Goiás e Ouvidor, todos com 5,65 pontos, e em último lugar a cidade de Goiás com 2,83 pontos. São números que exigem esforço dos gestores públicos para melhorar as condições não só de oferta de ensino, mas também para induzir os estudantes a terem melhor desempenho, devendo ser ponto focal de políticas públicas empregando os recursos da CFEM.

Tabela 15 – Goiás, municípios selecionados, IDM geral, IDM Educação, infraestrutura dos prédios das escolas públicas urbanas – 2020

continua

Localidade	IDM Geral	IDM Educação	Infraestrutura dos prédios das escolas públicas urbanas
Alto Horizonte	5,87	6,55	3,04
Barro Alto	5,06	5,19	2,93
Catalão	5,46	6,04	4,15
Cocalzinho de Goiás	4,83	6,93	5,65
Crixás	5,35	6,47	4,93
Goiás	5,1	5,52	2,83

Tabela 15 - Goiás, municípios selecionados, IDM geral, IDM Educação, infraestrutura dos prédios das escolas públicas urbanas – 2020

continua

4 Engloba as dimensões: economia, trabalho, educação, segurança, infraestrutura e saúde.

5 IDM Educação considera: Atendimento Educacional da População de 4 e 5 anos; Atendimento educacional da população de 6 a 14 anos; Atendimento Educacional da População de 15 a 17 anos; Infraestrutura dos Prédios das Escolas Públicas Urbanas; Adequação do Professor do Ensino Infantil; Adequação do Professor do Ensino Fundamental; Adequação do Professor do no Ensino Médio; Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) – 5º ano do Ensino Fundamental da rede pública (municipal, estadual e federal); Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) – 9° ano do Ensino Fundamental da rede pública (municipal, estadual e federal) (Instituto Mauro Borges, 2021).

6 Em “Infraestrutura dos Prédios das Escolas Públicas Urbanas” (Percentual de escolas que possuem itens de infraestrutura necessários à oferta de ensino em condições de qualidade), considera-se a proporção média das escolas que tem: (a) biblioteca; (b) lab. informática; (c) lab. ciências; (d) quadra; (e) internet banda larga; (f) infraestrutura básica (energia, água filtrada, esgoto e sanitário) (Instituto Mauro Borges, 2021).

Localidade	IDM Geral	IDM Educação	Infraestrutura dos prédios das escolas públicas urbanas
Guarani de Goiás	4,53	5,74	5,65
Indiara	4,79	6,2	3,96
Jandaia	5,24	5,59	3,48
Minaçu	5,06	5,96	4,02
Ouvidor	6,45	6,53	5,65
Pilar de Goiás	4,86	4,23	3,48
Planaltina	5,15	6,59	4,47
São Luís de Montes Belos	5,73	6,45	3,58
Vila Propício	4,04	4,7	3,48

Fonte: Instituto Mauro Borges (2021).

Outro quesito é o número de estabelecimentos de ensino, que permite vislumbrar a oferta de cursos nos municípios (Tabela 16). Tem-se como destaque o município de Catalão com 70 escolas, aliás aquele município o com a maior população entre os selecionados. Em situação inversa estão Ouvidor e Pilar de Goiás com 3 escolas cada um. Nesse grupo de municípios, Ouvidor é o único que tem mais escolas estaduais que municipais.

Justapondo a quantidade de escolas com os indicadores da qualidade do ensino, tem-se que o governo estadual e o municipal têm enormes desafios em responder às exigências do mercado de trabalho na formação de seus habitantes. Isso porque o número de escolas pode até atender ao volume da demanda, mas se mostra distante das condições para oferecer o ensino adequado para se atingir notas melhores, como é o esperado.

Tabela 16 - Goiás, municípios selecionados, número de estabelecimentos de ensino – 2021
continua

Localidade	Estabelecimentos de ensino				
	Total	Federal	Estadual	Municipal	Particular
ESTADO DE GOIÁS	4.615	27	963	2.500	1.125
Alto Horizonte	5		1	4	
Barro Alto	15		2	12	1
Catalão	70	1	15	30	24
Cocalzinho de Goiás	10		3	7	
Crixás	18		4	12	2
Goiás	28	1	5	14	8

Tabela 16 - Goiás, municípios selecionados, número de estabelecimentos de ensino –

Localidade	Estabelecimentos de ensino

	Total	Federal	Estadual	Municipal	Particular
Guarani de Goiás	8		3	5	
Indiara	11		2	8	1
Jandaia	6		1	4	1
Minaçu	28		6	16	6
Ouvidor	3		2	1	
Pilar de Goiás	3		1	2	
Planaltina	63		11	45	7
São Luís de Montes Belos	34		7	21	6
Vila Propício	7		2	5	

Fonte: Instituto Mauro Borges (2023).

Os municípios de Catalão e Goiás têm unidade de escola federal. Em Catalão está a Universidade Federal de Catalão (UFCat) e em Goiás, um *campus* da Universidade Federal de Goiás.

Por fim, pode-se observar no Quadro 4, as diversas instituições instaladas que fornecem cursos diversos para formação e capacitação da população geral. Tem-se universidades, institutos federais e entidades do Sistema S como o Serviço Nacional de Aprendizagem industrial (Senai) e Serviço Social da Indústria (Sesi), o Colégio Tecnológico do Estado de Goiás (Cotec) e faculdades particulares. É importante ressaltar as possibilidades de cursos EAD (a distância), cujas instituições ofertantes, se necessário, abrem polos locais para atendimento.

Quadro 4 - Goiás, municípios selecionados, principais escolas e cursos profissionalizantes

continua

Cidades	Escolas	Cursos
Alto Horizonte	Serviço Nacional de Aprendizagem industrial - Senai	Cursos diversos.
Barro Alto	Serviço Nacional de Aprendizagem industrial - Senai	Cursos diversos.
	Serviço Social da Indústria - Sesi	Cursos diversos.

Quadro 4 - Goiás, municípios selecionados, principais escolas e cursos profissionalizantes
conclusão

Cidades	Escolas	Cursos
Catalão	Colégio Tecnológico do Estado de Goiás - Cotec	Cursos diversos.
	Instituto Federal Goiano - IF Goiano	Ciências Naturais; Sistemas de Informação.
	Serviço Nacional de Aprendizagem industrial - Senai	Cursos diversos.
	Serviço Social da Indústria - Sesi	Cursos diversos.
	Una – Santa Cruz	Cursos diversos.
	Universidade Federal de Catalão - UFCAT	Administração; Ciências Biológicas; Ciência da Computação; Ciências Sociais; Educação Física; Educação do Campo; Enfermagem; Engenharia Civil; Engenharia de Minas; Engenharia de Produção; Engenharia Mecânica; Engenharia Mecatrônica; Física; Geografia; História; Letras – Português; Letras - Português/Inglês; Matemática; Matemática Industrial; Medicina; Pedagogia; Psicologia; Química; Química Industrial.
Crixás	Universidade Estadual de Goiás - UEG	Pedagogia; Redes de Computadores.
Goiás	Colégio Tecnológico do Estado de Goiás - Cotec	Cursos diversos.
	Instituto Federal de Goiás - IFG	Engenharia Civil; Dança; Pedagogia Bilíngue.
	Universidade Estadual de Goiás - UEG	Turismo e Patrimônio; Geografia; História; Letras Português/Inglês; Matemática; Gestão de Turismo.
	Universidade Federal de Goiás - UFG	Direito; Educação do Campo; Pedagogia; Filosofia; Serviço Social.
Minaçu	Colégio Tecnológico do Estado de Goiás - Cotec	Cursos diversos.
	Universidade Estadual de Goiás - UEG	Geografia; Pedagogia.
São Luís de Montes Belos	Centro Universitário Unibras Monte Belo	Cursos diversos.
	Universidade Estadual de Goiás - UEG	Medicina Veterinária; Zootecnia; Letras Português/Inglês; Pedagogia.

Fonte: Elaboração dos autores (2023).

Esses cursos atendem de forma genérica os setores produtivos locais e regionais, bem como a mineração para atividades diversas. Os cursos mais específicos oferecidos que podem beneficiar a mineração são: na Universidade Estadual de Goiás (UEG), o curso Tecnólogo em Mineração em Niquelândia, este que está em processo de fechamento pela instituição; na Universidade Federal de Catalão (UFCat), o curso de Engenharia de Minas em Catalão; e, na Universidade Federal de Goiás (UFG), o curso de Geologia em Aparecida de Goiânia. Em

Catalão é oferecido ainda o curso de especialização em Tratamento de Minérios na modalidade a distância (EaD). Ademais, nas proximidades de Goiás, há o vizinho Distrito Federal com a oferta do curso de Geologia pela Universidade de Brasília (UnB).

O grande desafio para a mineração é saber atrair profissionais qualificados para municípios pequenos, bem como cooperar com a formação e o treinamento do trabalhador. Dos municípios selecionados, em 3 se têm escolas do Senai; o Sesi está em dois; o Cotec está em três; a UEG, em três; a UFG, o IFG e o IF Goiano estão um em cada município. Contudo, muitas dessas instituições estão instaladas em um mesmo local, como é o caso de Catalão e Goiás, levando à concentração em sete municípios dos quinze selecionados.

Tal condição exige repensar a melhor distribuição das escolas pelo estado, bem como pensar outras modalidades para facilitar o acesso de moradores em municípios menores.

2.2.3.3 Observações pertinentes

A mão de obra da atividade extrativa mineral em Goiás caracteriza-se por ter maioria de pessoas com até 49 anos, que podem, dependendo da atividade exercida, se aposentar com menos tempo de serviço devido à periculosidade ou insalubridade da profissão. Outro dado relevante é que ela é predominantemente masculina, com aproximadamente 90% de homens atuando nas empresas, situação muito similar à da agropecuária, da construção civil e da indústria de transformação.

O nível educacional mais representativo da mão de obra empregada é o ensino médio completo, estando em segundo lugar o ensino superior completo. Com poucos pós-graduandos (mestres e doutores) atuando. Contudo, é a mão de obra que tem o melhor rendimento, na maioria dos municípios selecionados.

Quando se olha para os fatores condicionantes da formação educacional e de treinamento dessa mão de obra, tem-se que as condições de oferta do ensino se mostram problemáticas em todos os municípios selecionados, com problemas estruturais (escolas com estruturas deficientes, dificuldades de treinamento, internet de baixa qualidade, entre outros) que precisam de ações urgentes para serem sanadas. Ainda, há alta concentração de oferta em alguns municípios, o que exige se pensar mecanismos para maior acesso dos moradores de municípios de menor porte, que é o caso em Goiás, onde se localizam muitas empresas de mineração. Nesse quesito, os números do Índice de Desenvolvimento Municipal da Educação (IDM – Educação) mostram que é imprescindível o emprego da CFEM também para reverter também esse cenário preocupante.

2.2.4 Identificação dos minerais estratégicos em Goiás, analisando as tendências de mercado para médio e longo prazos (2030/2050), o potencial de exploração e seu impacto na economia

O Brasil passou por intensos ciclos econômicos, entre os quais se destaca o do setor de mineração, iniciado pela exploração e busca de ouro nas terras brasileiras, que fomentaram a ocupação de regiões como a do estado de Goiás. No entanto, esses processos de ciclos econômicos não geraram um processo de industrialização sustentado no país e, a partir de 1980, dados demonstram um acentuado processo de desindustrialização e de reprimarização da economia, cenário que tem acentuado a presença do Brasil no mundo via comercialização de *commodities*. Nesse caminho, a exploração dos recursos minerais tem assumido papel central na geração de divisas e recursos estratégicos para os setores produtivos a nível nacional e internacional.

O Brasil é um dos principais mercados de minérios do planeta, abastecendo a demanda internacional por produtos minerais variados, com destaque para os metálicos, como ferro, ouro, cobre e alumínio. Internamente, três estados destacam-se entre os maiores produtores minerais nos últimos anos (2012-2021): Minas Gerais, Pará e Goiás. No período citado, Goiás registrou R$51,2 bilhões em valor de produção, representando 3,7% da produção do país. Assim, o estado se consolida como um território estratégico do ponto de vista produtivo, de sua diversidade geológica e pela sua possibilidade de atender a demandas internas pela sua logística e integração ao território nacional.

A mineração contemporânea em Goiás caracteriza-se pela utilização de rotinas industriais nos processos produtivos, ao mesmo passo que ainda convive com rotinas tradicionais/artesanais de exploração dos minérios. O setor insere-se em uma dinâmica de exploração intensificada em tecnologia, baseada no uso de máquinas e equipamentos destinados a diversos fins. A carta minerária do estado é diversificada, porém alguns minérios do grupo metálicos têm maior peso, com destaque para cobre, ouro e níquel.

No presente texto, tem-se por objetivo analisar o posicionamento atual e a médio e longo prazo do estado de Goiás no ambiente competitivo da indústria de mineração no cenário nacional e mundial. Para isso, buscou-se traçar um panorama das tendências do mercado de minérios, avaliando o potencial de exploração da planta mineral goiana para atender à demanda por recursos minerais estratégicos, principalmente nos de base da economia, como o agronegócio e a indústria.

A abordagem metodológica englobou: uma revisão da literatura sobre o cenário atual da mineração; um levantamento dos minerais estratégicos presentes em solo goiano, tendo, como

sua referência atual, o valor de produção estadual; e uma avaliação das projeções de demanda internacional e nacional para esses minérios no médio e longo prazo.

O texto está dividido em cinco partes. Desse modo, a primeira parte traz uma breve discussão sobre o papel que a mineração vem assumindo na economia nas últimas décadas do século XX e os ciclos produtivos por que as *commodities* minerais passaram ao longo das duas primeiras décadas do século XXI. A segunda parte traz um levantamento dos minerais estratégicos em Goiás do ponto de vista da demanda nacional e internacional. Já a terceira parte do texto realiza uma análise das projeções pela demanda desses minérios no médio e longo prazo, destacando as oportunidades para a indústria mineral em Goiás.

2.2.4.1 O boom da mineração na virada dos anos 2000

O processo de globalização da economia acelera-se com o advento de tecnologias de informações e com a massificação do uso da rede de computadores por meio da internet. Com isso, particularmente o início dos anos 2000 é marcado pela intensificação de um processo de globalização cada vez mais potente, dados o avanço da desregulamentação e a liberalização dos mercados. Tudo isso impacta em novas dinâmicas para os setores produtivos, inclusive o setor de mineração.

Nesse contexto, nas últimas décadas do século XX, a extração de recursos minerais observou um novo impulso produtivo em escala mundial em favor da nova ordem econômica mundial, mais globalizada. Nesse cenário, tem-se um leque de fatores produtivos, com novas tecnologias, e de fatores econômicos, com a entrada de novos *players* no mercado, que geraram o que se classificou como o novo "*boom* minerador" do início do século XXI. Dentre esses fatores pode-se citar:

- a consolidação de um novo padrão sócio-técnico e tecnológico do capital, que incluía novos minerais, antes sem valor comercial;
- o surgimento da era informática, a chamada "terceira revolução industrial", que pressionou a intensificação da extração de minerais utilizados na produção de bens tecnológicos, estimulando uma corrida mundial de controle das reservas minerais;
- a "revolução verde" do final do século XX, que fez emergir um novo modelo alimentar, altamente mercantilizado e dependente dos recursos minerais para a produção de seus insumos.

Além de serem essenciais às tecnologias digitais, os bens minerais integram, ainda, toda a matéria das mercadorias produzidas e comercializadas em escala planetária. Articuladas em redes globais, a financeirização é um elo indissociável das empresas, o que possibilitou a

expansão de grandes grupos minerais internacionais sobre países estratégicos para o setor, a exemplo do Brasil.

Como resultado dessa globalização financeirizada da mineração, a economia mineral apresentou, nas últimas duas décadas, ciclos produtivos de expansão e retração. Esses ciclos são acentuados pelo cenário de incertezas que passa a vigorar no mundo pós-ataque aos Estados Unidos. Outro fator que será adicionado às incertezas internacionais quanto ao movimento dos Estados Unidos é a entrada de empresas internacionais do setor de mineração no mercado de capitais, aumentando a volatilidade dos preços dos produtos minerais negociados em bolsas de valores.

A primeira parte desse ciclo, o *boom*, durou até o ano de 2011, caracterizada pela fase de constante e aguda valorização dos preços de diferentes *commodities* no mercado internacional. Essa elevação impactou no aumento das exportações brasileiras e na participação do setor de mineração na geração do PIB.

Já a segunda fase do ciclo, o pós-*boom*, que se inicia em 2012, dá-se em decorrência da crise econômica global, sobretudo na Europa, e da desaceleração do crescimento econômico chinês, fatores que resultam na diminuição dos preços das *commodities* minerais. Combinado a esses fatores, é importante ressaltar que, a partir da entrada de empresas transnacionais nos mercados financeiros, a volatilidade dos preços dos minerais foi elevada pelas especulações financeiras no mercado futuro das bolsas de valores do mundo.

A partir de 2019, observa-se um possível novo ciclo de elevação dos preços das *commodities* minerais. Apesar dos temores causados pela pandemia da covid-19 e da guerra na Ucrânia, o valor de produção mineral no país apresentou uma nova curva ascendente. Entre 2019 e 2020, a produção mineral brasileira passou de R$153,4 bilhões para R$208,9 bilhões, um incremento de 36%. Já em 2021, esse valor atingiu a casa dos R$339,4 bilhões, um crescimento de 121% em relação a 2019 e de 62% em relação a 2021 (Agência Nacional de Mineração, 2022b).

Goiás também experimentou esse crescimento, saindo de R$5,3 bilhões em 2019 para R$6,3 bilhões em 2020, uma elevação de 18,8%. Em 2021 o estado produziu R$8,5 bilhões em minérios, o que representou um crescimento de 60% em relação a 2019 e de 35% em relação a 2020 (Agência Nacional de Mineração, 2022b). Os minérios de ferro, ouro e cobre se destacaram no Brasil, e em Goiás, o cobre, ouro e o níquel.

Nesse recente cenário que se desenha, as mineradoras ganharam valor de mercado em suas ações com resultados operacionais e financeiros positivos ao longo dos dois últimos anos, elevando a capacidade de investimentos nas plataformas produtivas ativas ou em novos projetos de exploração mineral. Os lucros elevados contribuíram para o repasse de dividendos aos seus acionistas, o que tem atraído investidores para esse setor.

A seguir, na próxima seção, é realizada uma discussão dos minérios estratégicos presentes na economia mineral em Goiás que integram a atual carta minerária estadual, para, em seguida, entender as projeções para o setor no médio e longo prazo.

2.2.4.2 Carta minerária em Goiás: recursos estratégicos

Levando-se em consideração o contexto sociotécnico e produtivo, alguns minérios presentes em Goiás posicionam o estado como estratégico no mapa da mina mundial. O território goiano possui um ambiente geológico diversificado com importantes reservas minerais que vão desde os metálicos e não metálicos até água mineral, termal e gemas. A formação desses depósitos depende diretamente de ambientes geológicos diversificados e das perspectivas das disposições das estruturas geomorfológicas.

No ano de 2017[7], foram medidas 36 substâncias com reservas em Goiás (Agência Nacional de Mineração, 2018), que evidenciam o potencial mineral do estado. Quando comparadas com os dados do valor de produção, entende-se que algumas importantes reservas não estão em fase de exploração; são estoques minerais que podem vir a ser aproveitados economicamente no futuro. Essa atividade econômica tem crescido na economia goiana, transformando o território goiano num grande campo de extração de minérios que atendem às demandas da economia capitalista. Tendo como referência as reservas medidas e a participação da substância no valor de produção, levantam-se a seguir os minerais considerados estratégicos para a demanda nacional e internacional e que integram a carta mineral estadual. Para o interesse do mercado internacional, destacam-se como estratégicos os do grupo metálico: cobre, ouro, níquel, nióbio e amianto. Do ponto de vista do interesse no mercado nacional, ganham destaque os minérios não metálicos, sobretudo os absorvidos como insumos pelo agronegócio: calcário dolomítico e fosfato.

Apenas essas oito substâncias minerais, conforme mostra a Tabela 17, participaram com 87,6% do valor de produção estadual em 2021. Já as demais 27 substâncias contribuíram com 12,3% de todo o valor de produção em Goiás.

Tabela 17 - Valor de produção mineral das principais substâncias no estado de Goiás – 2021

Minério	Valor de Produção	Participação na produção estadual (%)	Maior produtor	Participação (%) do maior produtor na produção da substância (GO)
Minério de cobre	3.055.019.575,11	35,6	Alto Horizonte	100,0

[7] Os últimos dados públicos sobre as reservas divulgados pela Agência Nacional Mineral em Goiás foram em 2017, por meio de Desempenho do Setor Mineral – GO/DF.

Minério de ouro	1.187.574.080,00	13,8	Crixás	75,2
Minério de níquel	862.909.039,72	10,1	Barro Alto	99,6
Calcário de dolomítico	772.293.275,50	9,0	Indiara	32,8
Fosfato	699.451.899,13	8,2	Ouvidor	93,4
Minério de nióbio	509.780.477,56	5,9	Catalão	91,0
Amianto	428.963.901,83	5,0	Minaçu	100,0
Subtotal	7.518.992.248,85	87,6	-	-
Outras substâncias	1.056.827.668,49	12,3	-	-
Total	8.575.819.917,34	100,0	-	-

Fonte: Agência Nacional de Mineração (2022b).

O cobre, que é a principal substância extraída em Goiás, registrando mais de R$3 bilhões em valor de produção em 2021, teve sua maior reserva medida em Alto Horizonte (155 milhões de toneladas), único município produtor desse minério no estado. Porém, também foram medidas importantes reservas no município de Nova Iguaçu de Goiás, que representaram 31% do total (73,5 milhões de toneladas).

O minério é muito utilizado na produção de cabos e fios elétricos de transmissão, na construção civil, na produção de radiadores, conectores, freios e rolamentos utilizados na indústria automobilística, além de outros usos. O Brasil participou em 2021 com 7% da produção mundial (USGS, 2022). Naquele ano o país atingiu R$17,8 bilhões em valor de produção. Goiás foi o segundo maior produtor a nível nacional, com em torno de 17% do valor do país (Agência Nacional de Mineração, 2022).

O ouro teve reservas medidas em 12 municípios goianos, sendo as mais importantes no município de Nova Iguaçu de Goiás (49%), município localizado na mesma região dos principais produtores (Crixás, Pilar de Goiás e Guarinos). Junto a Alto Horizonte, esses municípios integram o chamado "Vale do Rio Crixás" (Cardoso Júnior, 2017). O ouro em 2021 foi o segundo minério no estado em valor de produção (mais de R$1,1 bilhão), sendo o município de Crixás o maior produtor.

Nesse ano o Brasil registrou R$27 bilhões em produção de ouro, e o país já é o 10° maior produtor mundial. Goiás figurou na 6° posição entre os estados, participando com 4,4% da produção nacional (Agência Nacional de Mineração, 2022b). O minério é utilizado em joalherias, na fabricação de moedas e como padrão monetário em muitos países. Na indústria eletrônica, ele está presente em inúmeros produtos, sendo utilizado como condutor de eletricidade, laminados e placas de computadores, telefones celulares, televisores de tela plana e câmeras.

Já o nióbio atingiu um valor de produção de R$509 milhões em 2021 (Agência Nacional de Mineração, 2022b). Suas reservas estão concentradas no complexo mineral de Catalão e Ouvidor: 100% das reservas encontram-se entre esses dois municípios. O nióbio é muito usado para fortalecer ligas metálicas, utilizadas em tubos, fios condutores, peças aerodinâmicas e automotivas. Do ponto de vista medicinal, é também utilizado em diagnósticos de imagem. O Brasil detém 98% das reservas e 90% da produção mundial, e Goiás representa 55% da sua produção nacional.

As reservas de níquel têm apresentado um esgotamento da capacidade produtiva em Niquelândia. Atualmente essa produção se concentra no município de Barro Alto (99% da produção estadual). Todavia, as reservas medidas em 2017 ainda apontam a potencialidades de exploração em Montes Claros de Goiás, que concentrou 35,3%, maior participação no estado. Nesse ano, foram medidas reservas de níquel em 8 municípios goianos.

O níquel é um metal que possui coloração branco-prateada e é utilizado, principalmente, na fabricação de aço inoxidável, na cunhagem de moedas e em baterias recarregáveis. Goiás é o segundo maior produtor desse minério no país, atingindo valor de R$862 milhões em 2021 (35% da produção nacional).

O amianto, por sua vez, apesar de ter sido banido em muitos países, inclusive no Brasil, em função dos problemas de saúde que causa, por ser uma substância cancerígena, tem sua produção destinada exclusivamente ao mercado externo. Em Goiás, 100% de suas reservas medidas estão em Minaçu, que é a única planta de extração desse minério na América Latina.

A substância é muito utilizada na indústria da construção civil para a fabricação de pisos vinílicos, telhas, caixas d'água, tubulações, forros, isolamento acústico ou térmico, dentre outros. No cenário internacional, países como Índia, Colômbia e Bolívia são os principais consumidores do amianto produzido no Brasil. Em 2021 o país produziu R$428 milhões desse minério, 100% no estado de Goiás.

As reservas minerais de fosfato concentram-se no complexo Catalão-Ouvidor. Juntos esses municípios detêm 100% das reservas medidas em 2017 (Agência Nacional de Mineração, 2018), com destaque para Catalão com 79,65%. A nível nacional, o país faturou R$2,6 bilhões em 2021, sendo Goiás o segundo maior produtor desse minério, registrando R$700 milhões naquele mesmo ano ou 27% do valor nacional. O município de Ouvidor foi o maior produtor desse minério, com em torno de 93% do valor de produção estadual (Agência Nacional de Mineração, 2022b).

Em 2021 o Brasil foi o 7° maior produtor do minério de fosfato no mundo, produzindo mais de 5,5 milhões de toneladas. O fosfato é muito utilizado na agricultura, sendo matéria prima para a fabricação de fertilizantes inorgânicos e usado em suplementos para ração animal. No entorno

de 95% de seu uso é para esse fim, e os outros 5% referem-se a outras aplicações como prevenção de corrosão, detergentes e na indústria alimentícia (United States Geological Survey, 2022). Por fim, o calcário dolomítico é uma substância agrupadora que engloba outras substâncias calcárias, sendo as principais o calcário para rações, o calcário agrícola e o calcário para cimento (fíler). Quanto ao primeiro, é muito utilizado para a fabricação de rações de animais. Devido ao alto teor de cálcio e ao baixo teor de magnésio, beneficia o animal ao fortalecer os ossos e as cascas dos ovos.

Suas reservas no estado se concentram no município de Anicuns com 43,1% das reservas medidas de calcário para ração em 2017 (Agência Nacional de Mineração, 2018), porém, o município não registrou exploração de minério em 2021. Esse tipo de calcário ainda registrou reservas medidas em outros 5 municípios, totalizando 83,9 milhões de toneladas. O calcário agrícola, muito utilizado para a correção do solo na agricultura, teve reservas medidas em 42 municípios, com um total de 2,4 bilhões de toneladas. Destacam-se as reservas em Goianira e Guapó.

Já o calcário para cimento (fíler) totalizou 4,5 bilhões de toneladas em reservas no estado em 2017, sendo 30,7% (1,3 bilhão de toneladas) também concentrados no município de Anicuns. O restante foi distribuído em outros 7 municípios, dos quais Formosa também se destaca com 1,1 bilhão de toneladas ou 27,60% das reservas medidas (Agência Nacional de Mineração, 2018).

Analisando a produção da substância agrupadora, o Brasil registrou R$6,1 bilhões em valor de produção de calcário dolomítico, sendo Goiás o segundo maior produtor com pouco mais de R$1 bilhão de faturamento ou 17% da produção nacional. Destacam-se no estado os municípios de Indiara, com a produção de calcário agrícola, e Cocalzinho de Goiás, com a produção de calcário para cimento.

Tendo como base os minérios estratégicos identificados ao longo do texto, a seguir são traçadas algumas tendências de crescimento da produção desses recursos de acordo com projeções da demanda nacional e internacional, destacando-se as oportunidades dessas projeções para as áreas produtoras do estado.

2.2.4.3 Projeções para a demanda mineral no médio e longo prazo

O processo de globalização cada vez mais acelerado no século XXI não só contribuiu para a desregulamentação e a liberalização do mercado mundial de minérios, como destacado anteriormente, mas também para o avanço no discurso de uma economia mais sustentável.

Nesse contexto, o discurso de ecoeficiência, da sustentabilidade e da economia verde estão mais difundidos, e as práticas econômicas capitalistas tendem a inclinar-se para um processo de transição energética, fato que contribui para o aumento da demanda mundial por determinados minérios utilizados em baterias de carros elétricos e outros componentes de placas solares, usinas eólicas, dentre outros.

Nessa esteira, segundo a Vale do Rio Doce (VALE, 2022), em divulgação dos resultados trimestrais de 2022, a demanda global do níquel deverá crescer cerca de 44% até o ano de 2030, comparando-se com a previsão para 2022, somando 6,2 milhões de toneladas no médio e longo prazo.

Essa demanda deve ser pressionada, segundo a companhia, pela demanda da energia renovável e pelo impulso do aumento na fabricação e venda dos carros elétricos, que requerem o metal para suas baterias. Para o CPRM, a produção deve atingir 4,08 milhões de toneladas em 2030, 6,4 milhões de toneladas em 2042 e 8,5 milhões em 2050 (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 2022a). Segundo a empresa, não há uma previsão de que a oferta do níquel consiga atender à demanda global, principalmente para os veículos elétricos de classe I. Para o CPRM, esse desequilíbrio é apontado pela diminuição do tamanho das minas medidas mundialmente no longo prazo. O órgão projeta que em 2030 será o pico máximo no tamanho da oferta desses recursos nas minas, caindo de 2034 a 2050 em média 45% a disponibilidade do níquel na natureza (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 2022a).

Por ser o segundo maior produtor desse minério no país, Goiás posiciona-se estrategicamente no contexto dessa projeção de elevação da demanda. Atualmente, a maior planta de extração de níquel é o município de Barro Alto, com quase 100% do valor de produção registrado em 2021 (Agência Nacional de Mineração, 2022b). Niquelândia é o outro produtor desse minério no estado, porém sua produção vem caindo nos últimos anos, dado o esgotamento de suas reservas. Diante de um aumento na demanda pelo níquel a nível mundial, a produção estadual tende a continuar concentrada no município de Barro Alto, tendo em vista que a vida útil de sua mina foi projetada em 30 anos em 2011, possuindo capacidade produtiva até 2041 (Instituto Brasileiro de Mineração, 2011). Entretanto, o estado pode ampliar sua participação no mercado de níquel, incentivando a abertura de novas plantas de extração em outros municípios, como em Montes Claros de Goiás, que concentrou 35,3%, maior participação no estado em 2017, e Santa Fé de Goiás, que registrou 29% das reservas medidas naquele ano (Agência Nacional de Mineração, 2018).

Também no bojo do *boom* verde, espera-se que o consumo de cobre cresça de maneira significativa nas próximas décadas, tendo em vista que esse minério também é fundamental para os setores de energia elétrica e renovável, assim como para a fabricação de baterias dos

carros elétricos, que devem crescer acentuadamente em meio a um impulso global rumo a uma economia de baixo carbono.

Para a Vale do Rio Doce (VALE, 2022), a demanda do minério deve subir cerca de 20% até 2030 para 37 milhões de toneladas. Já a consultoria CRU Internacional (CRU, 2021), com sede no Reino Unido, prevê uma demanda anual de cobre em 28,4 milhões de toneladas até 2030. Para o Serviço Geológico do Brasil, a produção de cobre deve alcançar os 29 milhões de toneladas em 2030, 48,7 milhões em 2042 e 68,7 milhões em 2050 (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 2022a). Assim como a Vale do Rio Doce, a CRU também pondera que a demanda de cobre não poderá ser suprida por completo pela oferta no médio e longo prazo, tendo em vista que é prevista uma desaceleração do crescimento da produção nas minas do minério em função da exaustão dos recursos, o que poderá reduzir os volumes nas minas em operação.

Goiás é central na exploração de cobre no Brasil, como segundo maior produtor desse minério no país. Com efeito, 17% da produção nacional vem de sua única planta ativa: o município de Alto Horizonte. Em um cenário em que a oferta não acompanhará no mesmo nível o crescimento da demanda, o preço do cobre tende a aumentar, contribuindo para elevar a participação desse minério na economia mineral do estado que, em 2021, já representava 35% do valor de produção de Goiás (Agência Nacional de Mineração, 2022b).

A produção de cobre tende a concentrar-se em Alto Horizonte no médio prazo, já que em 2017 o município teve a maior mina medida no estado (Agência Nacional de Mineração, 2018) e, por já possuir uma pesada estrutura produtiva, tende a manter a hegemonia entre os municípios produtores de minério em Goiás. Todavia, a estimativa de vida útil de sua mina é de 20 anos, com expectativa de produzir até 2029 (Instituto Brasileiro de Mineração, 2009).

No longo prazo, de acordo com dados sobre as reservas minerais do estado, espera-se que a produção mineral de cobre, apesar de diminuir em Alto Horizonte em função do esgotamento, pode manter-se concentrada próximo ao território da atual área de extração, haja vista que foram medidas importantes reservas em município vizinho, Nova Iguaçu de Goiás, que representaram 31% do total, com 73 milhões de toneladas (Agência Nacional de Mineração, 2018).

Com relação ao nióbio, o crescimento esperado em sua demanda mundial é puxado, sobretudo, pela indústria siderúrgica, como apresenta a Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração (2021) em seu relatório de sustentabilidade.

O CPRM destaca que não há números referentes ao uso do nióbio na transição energética que permitam entender que a demanda desse minério pode ser puxada por esse novo padrão sociotécnico e energético, tendo em vista que seu uso para baterias na forma de pentóxido ainda está em estágio de pesquisa. Estima-se um crescimento de 50% na produção mundial até 2030.

As reservas devem se manter estáveis, com pouca diminuição de sua oferta na natureza entre 2030 e 2050 (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 2022a).

Goiás assume atualmente a dianteira na produção do minério no país, com importante mina de extração em funcionamento no complexo Catalão-Ouvidor. No médio e longo prazo, a produção deve manter-se concentrada nesses dois municípios, com destaque para Catalão, tendo em vista que a vida útil da mina vai até 2035 (Anglo American, 2014). Em 2017 esses dois municípios concentraram 100% das reservas de nióbio no estado.

Comparado aos minérios analisados até aqui, o ouro é o recurso mineral que mais deverá aumentar sua demanda e produção estável no médio e longo prazo. Para o Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (2022a), a produção mundial deve sair de pouco mais de 3.030 toneladas em 2020 para 3.281 toneladas em 2023, atingindo 4 mil toneladas em 2050, um aumento de 8,2% no médio prazo e de 32% no longo prazo.

Por outro lado, as minas medidas de ouro apresentam maior capacidade de reposição. Segundo o USGS (2022), a média mundial de reposição das reservas desse minério, entre 2020 e 2021, foi de 7,5%. O Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (2022a) calcula uma reposição das reservas na taxa de 6% ao ano até 2050.

Levando-se em consideração o valor de produção, Goiás tem oscilado entre a 5ª e 6ª posição nos últimos anos entre os demais estados brasileiros. Em 2021 esse minério faturou R$1,1 trilhão (Agência Nacional de Mineração, 2022b). Entretanto, do ponto de vista do volume em toneladas, Goiás ocupou a 2ª posição entre 2010 e 2014, quando registrou 9,7 toneladas anuais de ouro. Em 2020 essa produção caiu para 7,4 toneladas anuais, passando para a 4ª posição.

As principais plantas extrativas ativas estão na região do Vale do Rio Crixás (Cardoso Júnior, 2017), entre os municípios de Crixás, Pilar de Goiás e Guarinos. No médio prazo a produção de ouro deve se manter concentrada nesses municípios, sobretudo no primeiro. Em Crixás percebe-se um investimento acentuado nas plantas de extração pela mineradora da região, buscando aumentar a vida útil da jazida que, com investimentos de R$200 milhões, teve a expectativa de continuar em operação até 2030 (Instituto Brasileiro de Mineração, 2014).

Em 2017, 53% das reservas medidas de ouro estavam concentradas nos municípios que compõem o Vale do Rio Crixás. Destaca-se o município de Nova Iguaçu de Goiás, que sozinho registrou 49% das reservas medidas no estado para esse minério. Outros municípios, como Fazenda Nova, Jaupaci e Israelândia, também registraram reservas desse minério.

Já o amianto do tipo crisolita, dentro do grupo de minérios estratégicos presentes em solo goiano para atender à demanda internacional, tem se tornando foco de polêmicas internacionais quanto a seu uso, que acabaram levando o Brasil a proibir sua utilização internamente no ano de 2019 em decisão inédita do Supremo Tribunal Federal (STF). Porém, Goiás ainda continua

produzindo o minério, apenas para exportações, fato autorizado pela Lei Estadual n° 20.514, de julho de 2019 (Goiás, 2019a).

O estado é o único produtor desse minério no país, com planta de extração localizada no município de Minaçu. Diante da legislação que envolve a exploração desse minério, tanto no médio quanto no longo prazo, entende-se que sua exploração ficará restrita a Minaçu. As reservas minerais foram medidas em mais de 11 milhões de toneladas em 2020, 100% localizadas naquele município (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 2022b).

No contexto mundial, a demanda e a produção de amianto devem manter-se estáveis, sem grandes oportunidades de expansão. No médio prazo, entre 2022 e 2030, espera-se uma leve queda em sua produção, saindo de 1.200 toneladas para 1.112 toneladas, com expectativa de que se atinjam 1.187 toneladas em 2042 e 1.213 toneladas em 2050 (Companhia De Pesquisa de Recursos Minerais, 2022b).

Quanto aos minérios estratégicos no cenário nacional, destacaram-se o fosfato e o calcário (agrícola e para cimento). Entende-se que, com o avanço de áreas produtivas no Brasil, como o Matopiba, haverá uma necessidade de produção de calcário para atender as lavouras nessa região de expansão, principalmente pela pressão de produção de alimentos e grãos para as exportações brasileiras.

Com esse cenário de expansão, é evidente que a área de lavouras terá um crescimento, o que favorece um novo *boom* de demanda pelos produtos do setor de mineração. O crescimento da produção agrícola contribuirá para um novo ciclo de crescimento na demanda por fertilizantes inorgânicos, pressionando pelo uso do fosfato. Já o crescimento nas áreas utilizadas para lavouras deverá pressionar pelo crescimento da demanda pelo calcário agrícola.

O relatório do ministério acrescenta ainda que, entre as regiões do país, o Centro-Oeste e o Norte, sobretudo nas áreas do chamado Matopiba, se destacarão nesse avanço agrícola. Por ser área *core* do cerrado e dada a diversidade de calcário e a presença do fosfato em seu subsolo, Goiás tende a manter sua posição de destaque enquanto fornecedor de insumos agrícolas ao agronegócio.

Com relação ao fosfato, sua produção mundial cresceu, entre 2010 e 2015, cerca de 33% e decresceu, entre 2015 e 2020, cerca de 9%, acompanhando o *boom* das *commodities* minerais já relatado. Essa oscilação, aparentemente, foi influenciada pelas oscilações de produção na China, o principal país produtor mundial (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 2022b).

O crescimento na demanda pelo fosfato no mundo deverá ser de 21% até 2030. Nesse médio prazo, a participação do Brasil na produção mundial poderá sair de 15% para 18%. Até 2042, a produção mundial deverá crescer 60% e 94% até 2050. A participação do Brasil deverá atingir

21% em ambas as décadas[8] (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 2022b).

Essa crescente participação indica o potencial de ampliação da presença de Goiás no agronegócio nacional como fornecedor de fosfato para a produção de fertilizantes. Todavia, destaca-se que há uma necessidade de mudar a política nacional quanto à fabricação dos fertilizantes, pois, apesar da produção de matéria-prima, o país é altamente dependente de importações de fertilizantes. Tal fato ficou mais claro com a guerra da Ucrânia e a dificuldade de importações de fertilizantes desse país. É de relevância ampliar a capacidade de extração e de beneficiamento do fosfato no país, o que, no horizonte de 6 a 8 anos, poderá garantir capacidade ao Brasil de atender quase a totalidade de sua demanda.

O CPRM destaca que: "O desenvolvimento do setor de mineração de fosfato e potássio necessita de ações estruturantes paralelas, que priorizem a melhor convivência do setor com a oferta de produtos fertilizantes importados". Além disso, destaca a necessidade da criação de uma agência de fertilizantes para atuar no setor com conhecimentos para atender à demanda, a sazonalidade, "[...] gerando condições de formação de preços de forma competitiva, com a atração de ofertas periódicas para o fornecimento de matérias-primas para a fabricação de fertilizantes" (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 2002c, p. 326).

No médio e longo prazo, a produção do fosfato deve manter-se consolidada no complexo mineral Catalão-Ouvidor. Além de ser o maior produtor de fosfato, destaca-se no tamanho das reservas, que atingiram 99% do medido no ano de 2017 (Agência Nacional de Mineração, 2018). Ouvidor destaca-se na extração do minério, e juntos os dois municípios formam um complexo mineroquímico com a extração do fosfato e a produção de fertilizantes, além da extração e da transformação do nióbio.

Quanto ao calcário agrícola, o estado de Goiás é um importante produtor e abastecedor do mercado interno. Segundo dados do setor, o estado foi o 3° maior produtor desse minério, representando 13% da produção nacional, atrás de Mato Grosso e de Minas Gerais. Nota-se que a produção está concentrada em estados conhecidos por sua relevante produção agrícola, os quais, portanto, são grandes consumidores desse tipo de calcário na correção do pH do solo e na adubação química.

Apesar de o calcário agrícola ser um produto muito importante para o setor rural, há uma dificuldade em mensurar suas projeções em função da relativa falta de dados sobre a sua produção e comercialização no Brasil (Agência Nacional de Mineração, 2012). Parte dessa dificuldade se dá pelo fato de as informações referentes ao calcário agrícola serem englobadas por outros usos feitos pelo calcário, e o mesmo se dá em função do calcário para cimento. De

[8] Dados trabalhados pelos autores de acordo com as projeções da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (2022b).

acordo com a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (2022c), o calcário agrícola representa cerca de 25% da produção/consumo do calcário no Brasil.

Apesar dessa dificuldade, o Plano Nacional de Mineração - 2030 (Brasil, 2011) previu que, no médio prazo, o consumo de calcário agrícola deve crescer mais que os demais agrominerais. As projeções para sua produção são da ordem de 94,1 milhões de toneladas no mundo em 2030.

Goiás possui reservas importantes para continuar abastecendo a demanda estadual por esse minério, assim como, dados os investimentos tecnológicos necessários para aumentar a produção, possui capacidade de abastecer outros mercados no país. Todavia, destaca-se que a produção tende a continuar abastecendo o mercado estadual, tendo em vista que internamente as reservas de calcário agrícola são bem distribuídas pelo território nacional (Brasil, 2011). Em 2017 (Agência Nacional de Mineração, 2018), foram medidas 2,4 bilhões de toneladas de calcário agrícola em Goiás distribuídas por 41 municípios. Destacam-se as reservas em Vila Propício, Indiara, Edéia e Edealina.

Por fim, o Brasil, assim como outros países emergentes, deverá ampliar sua produção de cimento, consequentemente sua produção de calcário para cimento, haja vista a necessidade de superar as deficiências de infraestrutura e os déficits habitacionais, ao mesmo passo que busca zerar as emissões líquidas de gases causadores do efeito estufa em respeito ao compromisso global que o país vem assumindo no cenário internacional. Considerando que, no ano de 2023, tem-se a entrada de um governo federal voltado para a resolução (ou pelo menos para a minimização) dos problemas sociais, como a habitação para a população de baixa renda, projeta-se um aumento de demanda por cimento acelerado a partir de 2023, com retomada de programas como Minha Casa, Minha Vida.

O estado de Goiás possuía, em 2017, 4,5 bilhões de toneladas de calcário para cimento (Agência Nacional de Mineração, 2018), medidas em oito municípios (com destaque para Planaltina, Formosa, Anicuns e Cezarina). Atualmente, no ano de 2021, desses quatro municípios, apenas Anicuns não registra exploração.

Em função de suas reservas e da proximidade com grandes centros urbanos do Centro-Oeste, como Brasília e Goiânia, esses municípios podem ampliar suas produções e abastecer a demanda na região de acordo com as projeções de crescimento destacadas anteriormente. Os principais produtores em 2021 foram: Cocalzinho de Goiás, faturando R$67,3 milhões; Planaltina, com R$25,5 milhões; Cezarina, com R$23,1; e Formosa, com R$11,1 milhões (Agência Nacional de Mineração, 2022b).

O CPRM traz três cenários para as projeções de filer calcário, matéria-prima obtida através da

moagem fina de calcário e utilizada tanto para a fabricação de cimento[9] quanto para uso agrícola no Brasil para médio e longo prazo: uma de referência, que leva em conta a produção em 2022, outra de baixa demanda e uma terceira de alta demanda.

As projeções calculadas para o cenário de referência sugerem crescimento de 102,47% para a produção de fíler calcário de 2020 a 2030 e de 104,27% de 2030 a 2050. Já no cenário de baixa demanda, sugere-se um crescimento de 113,41% para a produção de calcário para cimento entre 2020 e 2030 e de 103,17% de 2030 a 2050. No cenário de alta demanda, projetou-se um aumento de 130,72% entre 2020 a 2030 e de 141,07% de 2030 a 2050 (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 2022c).

2.2.5 Avaliação da infraestrutura e logística existente para a produção e o escoamento mineral e os desafios que afetam a produtividade

A infraestrutura pode ser compreendida como o conjunto de serviços fundamentais para o desenvolvimento socioeconômico de uma região. Esse conjunto engloba obras e serviços necessários à realização dos serviços de transporte, à geração e distribuição de energia, à implementação e operação dos serviços de saneamento básico e aos serviços de telecomunicações.

O Brasil, desde seu período colonial, tem a mineração como base econômica produtiva voltada para a exportação. Mesmo com o desenvolvimento de outros setores econômicos, a mineração, ao longo da história brasileira, desempenha um papel fundamental na economia, sendo um setor estratégico para o desenvolvimento do país.

Logo, é importante considerar a relevância da infraestrutura logística e de transporte desses materiais, considerando que o setor mineral tem como peculiaridade a localização fixa dos minerais e visto que a existência destes depende de condições climáticas e geológicas específicas. Vale também ter em conta que o mercado consumidor, em geral, está distante do local da extração. Assim, a existência de uma infraestrutura adequada é crucial para facilitar a extração, o processamento e o transporte dos recursos minerais, além de promover o crescimento sustentável e responsável da indústria da mineração.

O Brasil é um país de dimensões continentais, e muitas áreas de minérios estão localizadas em regiões remotas e de difícil acesso. Portanto, é necessário expandir e modernizar a rede de estradas, ferrovias e portos, garantindo a conexão eficiente entre as áreas de extração e os mercados nacionais e internacionais. Além disso, é importante investir em infraestrutura logística para otimizar o transporte de minerais, reduzindo custos e prazos de entrega.

---

9 As normas brasileiras que limitam o uso do fílter a no máximo 10% na composição do cimento

Outro aspecto da infraestrutura que também é essencial ao setor de mineração é o fornecimento de energia. Assumindo que a mineração é uma indústria intensiva em energia, torna-se necessária a realização de investimentos que tenham como foco o desenvolvimento e a implementação de tecnologias diversas para a geração de energia. Nesse aspecto, o Brasil possui um enorme potencial para o desenvolvimento de fontes renováveis de energia como: hidrelétricas, eólicas e solares, fora outras fontes de energia renováveis, como a bioenergia produzida a partir de espécies vegetais.

No contexto atual, em que o mundo vem buscando alternativas para o desenvolvimento de outras formas de geração de energia devido ao esgotamento esperado da produção de combustíveis fósseis, investir em energia limpa e sustentável é uma estratégia positiva. Para além de reduzir os danos ambientais causados pelos produtos do petróleo, no setor mineral essa estratégia reduzirá os impactos ambientais da mineração e poderá também propiciar um suprimento confiável e econômico de energia para as operações do setor.

Outro ponto que merece atenção é a necessidade de se desenvolver uma infraestrutura de comunicação robusta e abrangente. Já que a mineração moderna envolve o uso de tecnologias avançadas, como sensores remotos, sistemas de monitoramento em tempo real e automação, uma rede de comunicação eficiente e de alta velocidade é essencial para a transmissão de dados e informações entre as minas, os escritórios centrais e os órgãos reguladores. Isso permite o monitoramento ambiental, a gestão eficaz das operações e a eficiência na tomada de decisões relativas ao setor.

São essas temáticas que o texto a seguir discute, pois, tendo em mente as características do setor mineral, a infraestrutura logística e de transporte é certamente uma das que mais impactam o desempenho e desenvolvimento do setor.

2.2.5.1 Infraestrutura e mineração no Brasil

No Brasil, um dos pontos que mais necessitam de atenção e investimentos é a expansão do conjunto de infraestrutura básica que seja capaz de proporcionar o crescimento e o desenvolvimento sustentável da economia brasileira.

A falta de infraestrutura dificulta a atração de investimentos, a competitividade das empresas e a geração de novos empregos. Considerando que, da concepção até a efetiva implantação e entrada em funcionamento de um projeto de infraestrutura, leva-se um tempo considerável, é importante que esse setor seja planejado estrategicamente no sentido de que seu desenvolvimento é imperativo para o desenvolvimento dos demais setores da economia.

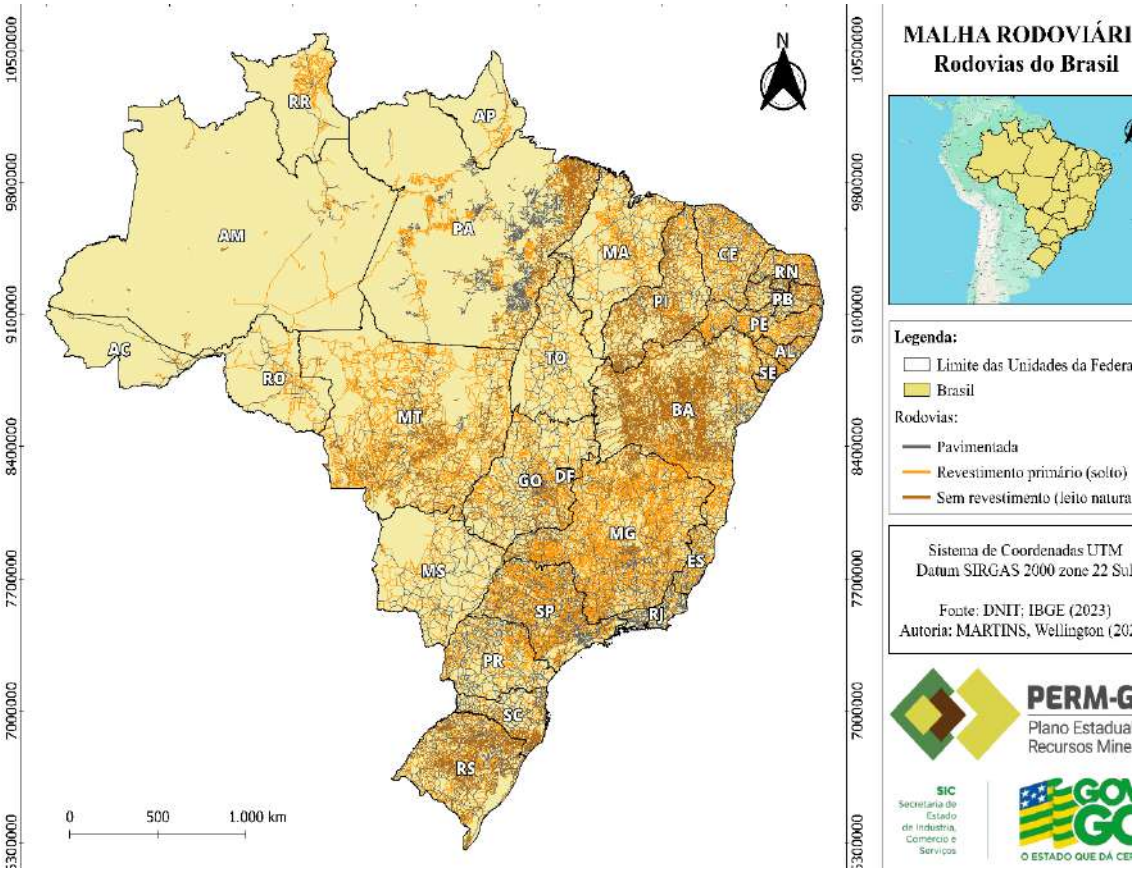
Na mineração, há grandes volumes e a necessidade de viabilização da produção (que vai desde

a identificação da jazida ou da realização das sondagens até a extração em si dos minerais nas diversas localidades do território brasileiro). Por conseguinte, compreende-se que o setor de mineração necessita de todo um aparato do conjunto de obras e serviços de infraestrutura para viabilizar sua produção.

Todavia, há que se ressaltar que o setor mineral é um grande dependente da infraestrutura de transportes, visto que, devido às características específicas de localização dos minérios e de volumes de produção, os serviços de infraestrutura de logística e transporte são imprescindíveis para viabilizar a capacidade de produção e escoamento desta até seu mercado consumidor, que, no geral está concentrado em outros países. Dessa forma, geralmente os minérios percorrem um longo caminho do interior do país — geralmente por meio de rodovias e/ou ferrovias — até os principais portos e para seus destinos comerciais.

A base de infraestrutura logística do interior do Brasil é quase totalmente pautada em rodovias e, apesar de ter havido uma ampliação dos investimentos em ferrovias nas últimas décadas, este ainda é um setor basicamente rodoviário. No mais, é importante ter em conta que a malha rodoviária atual do Brasil possui uma concentração das principais vias de escoamento rodoviários no sudeste, centro, nordeste e sul do país, tendo a malha rodoviária do norte do país ainda poucas vias de escoamento, conforme demonstrado na figura 3.

Figura 3 - Malha rodoviária brasileira

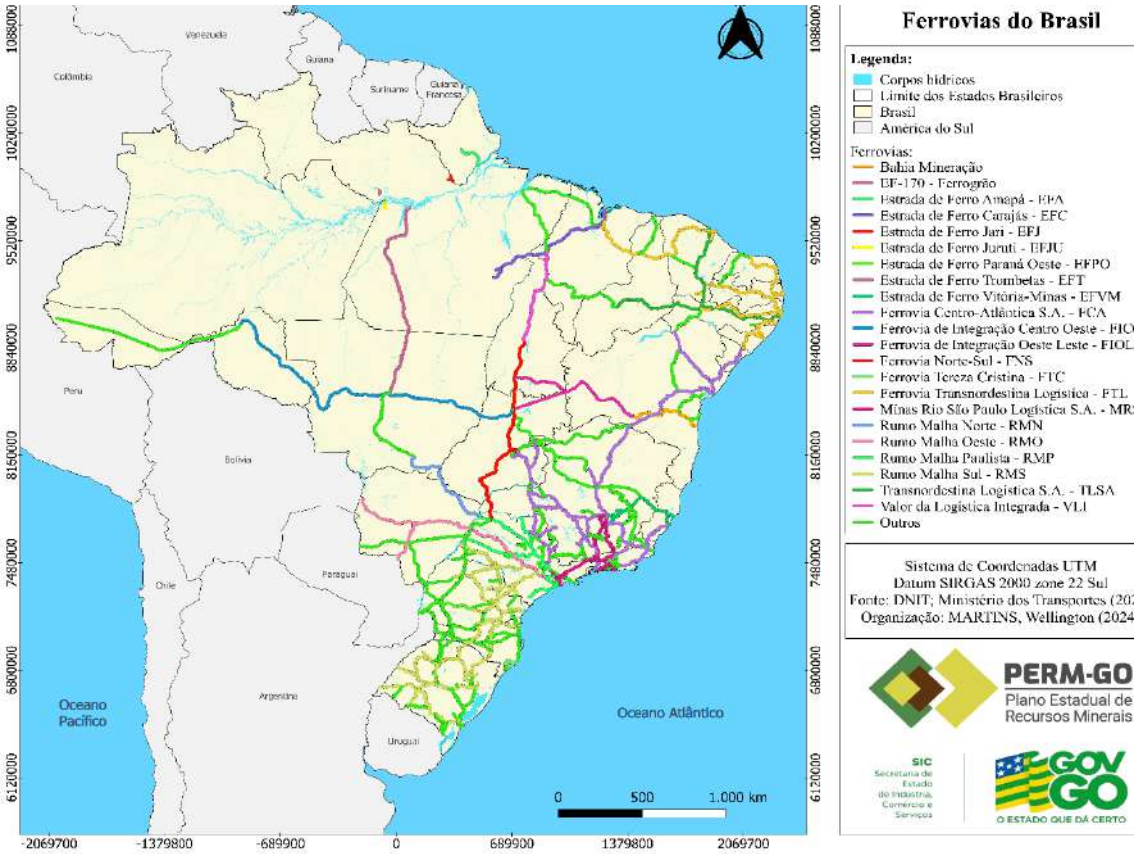


Fonte: Wellington Martins (2024).

Os estados do Pará, Minas Gerais, Goiás e Bahia, são os principais produtores de minérios do Brasil. Na configuração da figura 3, o estado do Pará, que fica na região norte do país, possui uma malha rodoviária deficitária para o escoamento da sua produção. Tal situação demonstra a necessidade de maiores investimentos na logística de transporte do país, especialmente na região Norte.

Em relação à malha ferroviária, atualmente o Brasil possui extensão de aproximadamente 31.300 km, sendo 98,74% direcionados ao transporte de cargas, e a densidade ferroviária é de aproximadamente 3,57m de malha por 1.000km² (Brasil, 2019a). É uma densidade baixa e, se considerarmos a extensão do território brasileiro, é um setor que necessita de grandes vultos de investimentos e deve ser olhado como uma área logística estratégica, especialmente no que se refere ao escoamento da produção mineral. A Figura 4 apresenta a malha ferroviária brasileira.

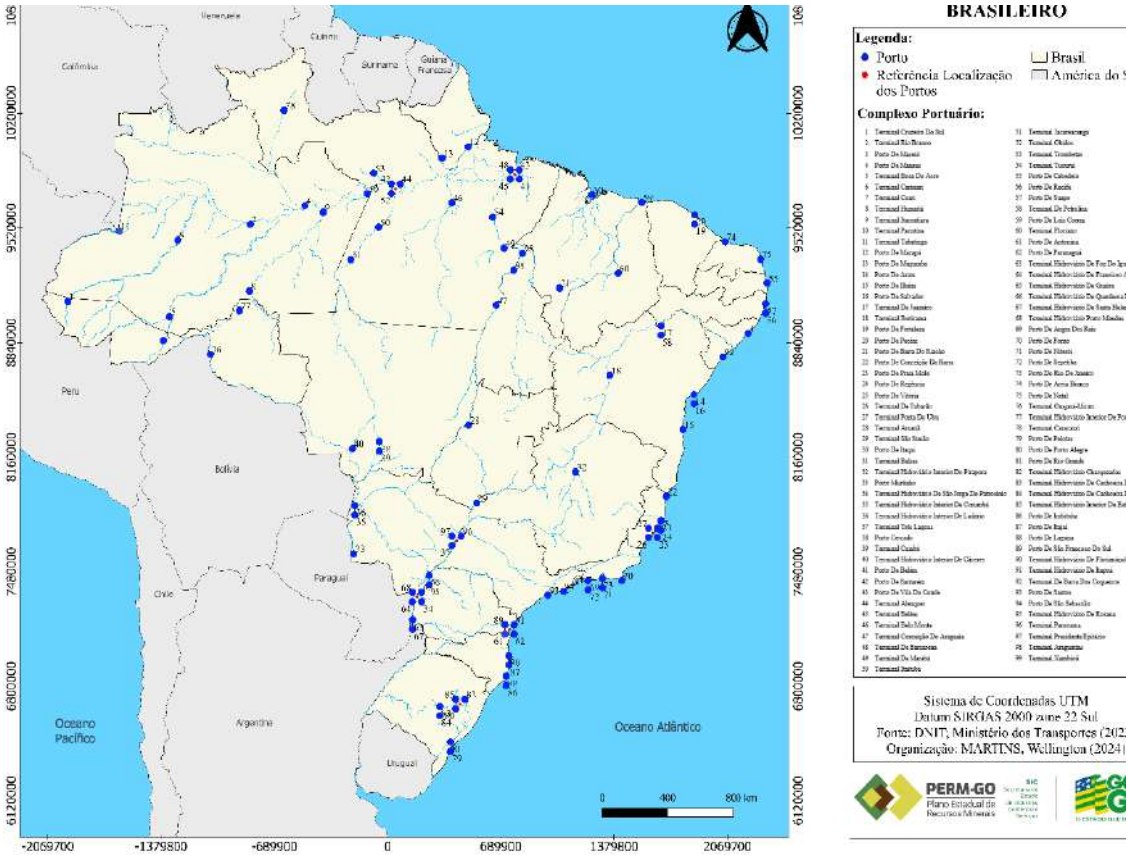
Figura 4 - Malha ferroviária brasileira



Fonte: Wellington Martins (2024).

O complexo portuário brasileiro, de acordo com estudo realizado pelo Laboratório de Transporte de Logística (Labtrans) da Universidade Federal de Santa Catarina (2023), é composto por uma estrutura que contempla portos fluviais e marítimos, tendo como destaques os portos de São Luís, Itaguaí, Vitória, Campos dos Goytacazes, Belém, Fortaleza e Natal (Figura 5).

Figura 5 - Complexo portuário brasileiro



Fonte: Wellington Martins (2024).

É relevante observar que as exportações brasileiras de minério têm, con ; saída do país, os portos de São Luís, Itaguaí e Vitória, com destaque para ; enquanto isso, os portos de Campos dos Goytacazes e Santarém concentram a exportação de alumínio. O manganês tem como principais portos os de Belém, São Luís e Fortaleza, enquanto os portos de Corumbá e Natal exportam sal.

De acordo com o Ministério da Indústria e Comércio Exterior (Brasil, 2023b) em 2022, dentre os principais importadores dos minérios brasileiros, destaca-se a China como principal comprador: o volume exportado para a China chegou em 2022 a 70,95% do total de minérios exportados. Em seguida, a Malásia e o Japão correspondem juntos a cerca de 10% do volume total exportado. Alemanha, Holanda, França, Itália, Estados Unidos e Canadá também são países compradores dos minérios brasileiros, contudo em menor volume, sendo menos representativos no que se refere às exportações dos minérios atualmente comercializados.

Por fim, os principais gargalos para o setor da mineração em relação ao escoamento da produção advêm do fato de que o transporte é essencialmente rodoviário. Essa modalidade de transporte encarece os custos logísticos, visto que, devido às características desse tipo de transporte, o

custo de operação e a demora são fatores importantes na composição dos custos da produção do setor. Esse fator, aliado à dificuldade de armazenamento, demonstra a fragilidade estratégica do país em relação ao setor de mineração.

De acordo com o Labtrans/UFSC, esses gargalos já se tornam relevantes desde o momento do início da pesquisa mineral até o acesso às minas, que geralmente se encontram em lugares de difícil acesso. Ainda de acordo com a UFSC, mesmo nas minas que já se encontram em operação, o acesso às regiões mais afastadas é limitado (Universidade Federal de Santa Catarina, 2022).

Para as empresas e instituições que atuam no setor mineral, as principais dificuldades e danos do modal rodoviário são o excesso de tráfego nas rodovias, os prejuízos ambientais, o sobrepeso nos caminhões (o que danifica as estradas), as altas tarifas de pedágio, os riscos de acidentes etc. Além disso, a falta de capacidade de armazenamento de alguns portos também configura um ponto de dificuldade do setor. Dessa forma, existe a necessidade latente de investimentos e de ampliação da capacidade infraestrutural do país para o desenvolvimento adequado do setor mineral.

Vale ressaltar que as perspectivas positivas para o setor contribuem para a ampliação da produção, e a busca por melhores condições de produção, beneficiamento, escoamento e comercialização são primordiais para a expansão das atividades e para a agregação de valor aos produtos da mineração brasileira.

2.2.5.2 Infraestrutura no Estado de Goiás

Goiás encontra-se na terceira posição entre os principais estados produtores de minérios no Brasil, abrigando uma vasta gama de recursos minerais, como ouro, fosfato, níquel, cobre e ferro. Considerando a produção e a variedade de produtos minerais produzidos no estado, é essencial conhecer a atual situação da infraestrutura existente em Goiás. No que se refere à infraestrutura de escoamento da produção, o estado de Goiás reflete as mesmas características brasileiras. Ou seja, possui sua base logística e de transporte, primordialmente alicerçada em rodovias, com a presença de uma pequena malha ferroviária.

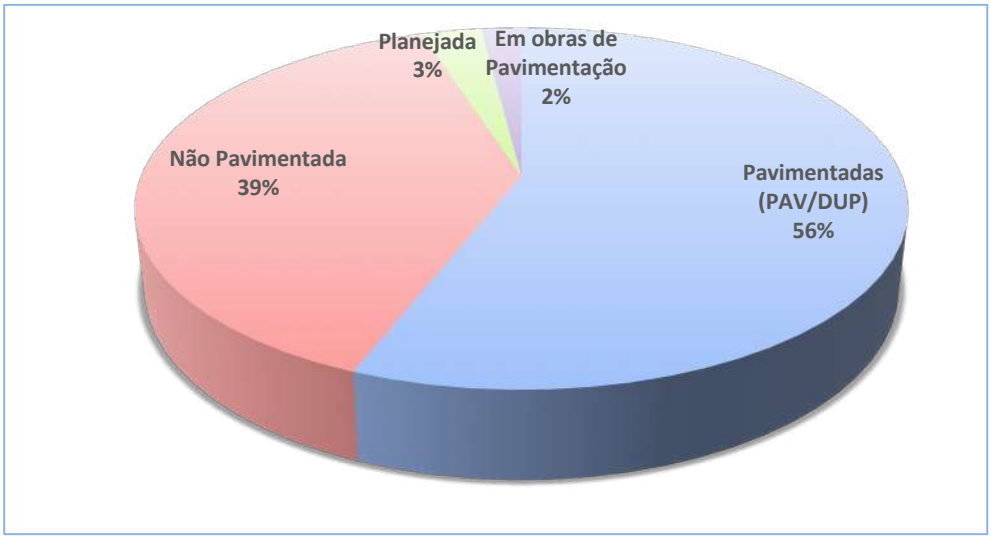
Quando se considera o interior do país e, nesse contexto, o estado de Goiás, leva-se em consideração sua localização geográfica e sua distância dos principais portos. Assim sendo, os produtos extraídos do setor mineral têm como destino, em sua grande maioria, as exportações, ou seja, a produção segue o caminho por transporte rodoviário até chegar aos portos. É, pois, completamente dependente da logística rodoviária, indicando a necessidade de uma atenção constante para esse aspecto da infraestrutura do Estado e também a necessidade de se buscar

alternativas de transporte desses produtos até o mercado consumidor, visando garantir um fluxo eficiente da produção mineral.

O estado de Goiás possui uma extensa rede de estradas, incluindo rodovias federais, estaduais e municipais. A BR-153, por exemplo, conecta Goiânia — capital do estado — a outros estados e regiões do país. Além disso, o estado também é beneficiado pela malha rodoviária estadual, que inclui diversas rodovias bem conservadas, como a GO-080 e a GO-060, que facilitam o transporte de minerais dentro do estado, apesar de serem, em sua maior parte, pista simples.

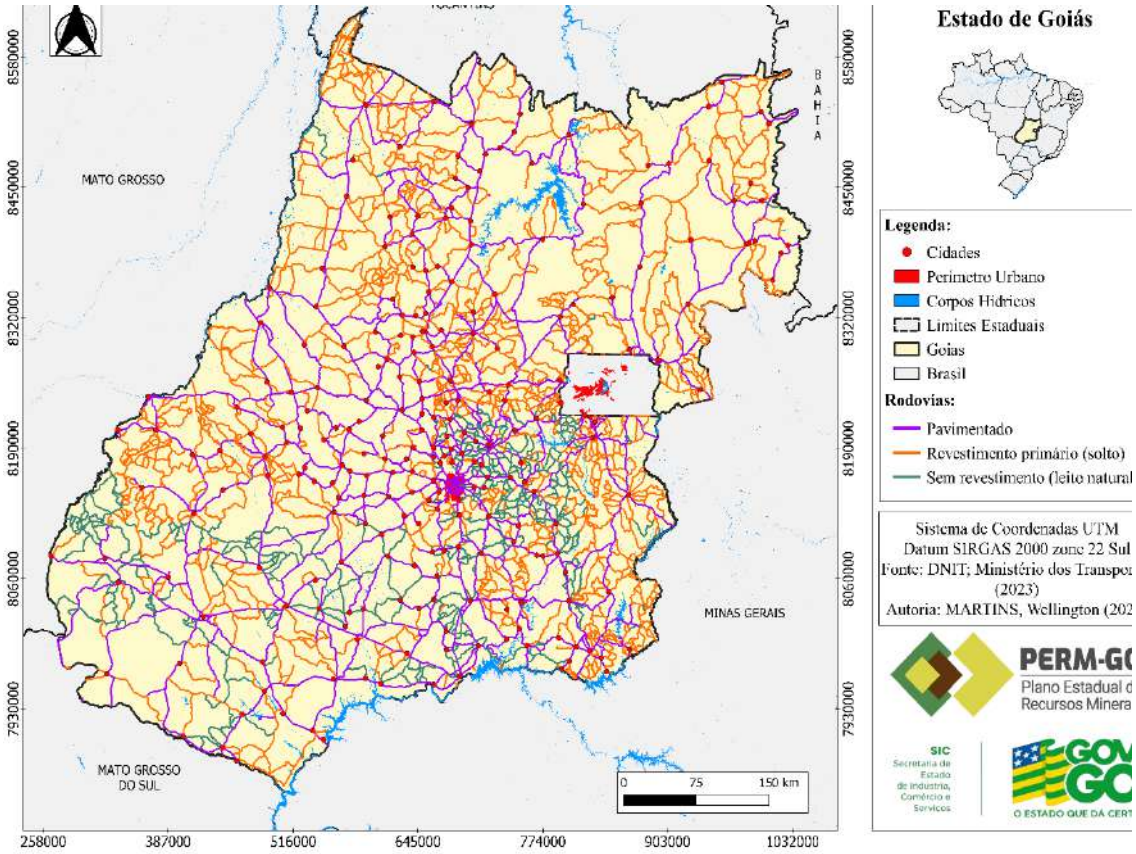
De acordo com dados da Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes (Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes, 2023), atualmente o estado de Goiás possui 21.288,80 km de malha rodoviária, sendo que, desse total, 11.987,37 km são pavimentados, o que corresponde a 56% das rodovias, ao passo que 8.341,44 km, ou seja, 39% das rodovias não são pavimentadas (Gráfico 17 e Figura 6). Tendo ainda, que 3,03% ou 644,09 km de rodovias estão com projetos prontos para serem implementados e 315,90 km, aproximadamente 2% encontram-se em obras (Goinfra, 2023).

Gráfico 17 - Retrato atual das rodovias goianas, 2023



Fonte: Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes (2023).

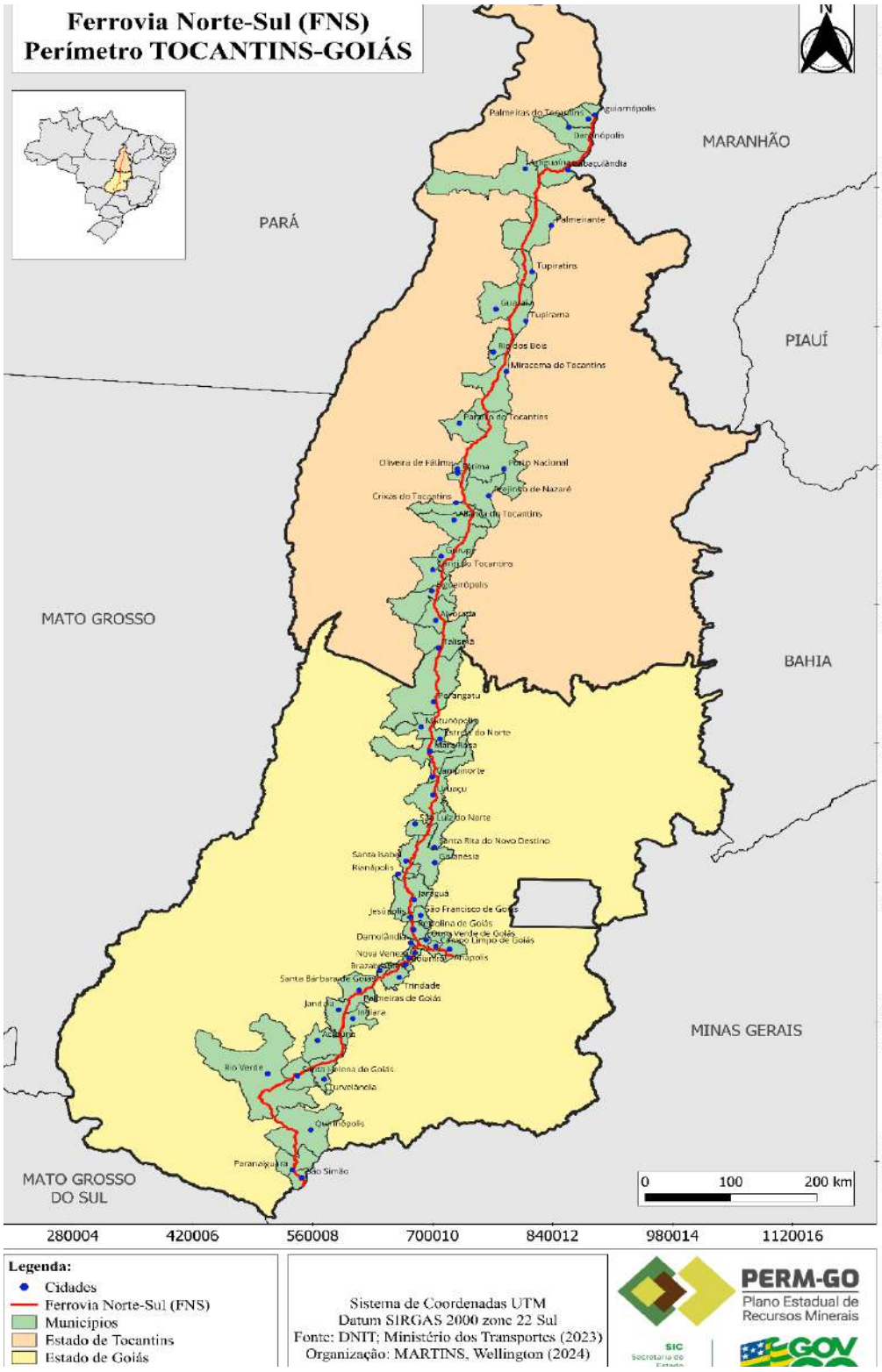
Figura 6 - Malha rodoviária do Estado de Goiás



Fonte: Wellington Martins (2024).

No que se refere à infraestrutura ferroviária em Goiás, ela desempenha um papel crucial na logística de transporte da mineração. Merecem destaque a Ferrovia Norte-Sul e a Ferrovia Centro-Atlântica (FCA). A primeira ainda não está em funcionamento regular (vide Figura 7), contudo, quando estiver funcionando, será importante para ligar o centro-norte do estado à FCA e o estado como um todo ao porto de Açailândia no Maranhão.

Figura 7 - Traçado da Ferrovia Norte-Sul – Goiás e Tocantins

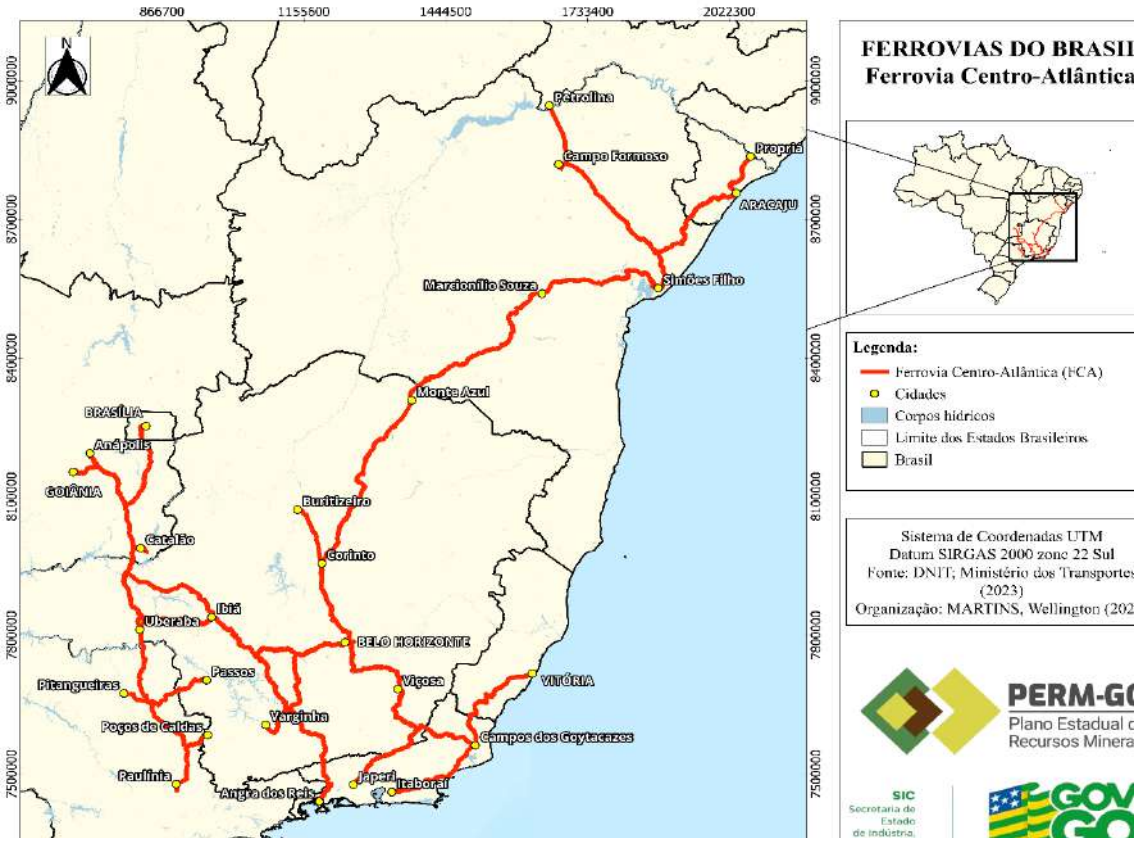


Fonte: Wellington Martins (2024).

A Ferrovia Centro-Atlântica (FCA), que faz parte do sistema Ferrovia Centro-Atlântica (FCA),

desempenha um papel fundamental no escoamento da produção de minérios. A FCA conecta o estado de Goiás a portos importantes, como o Porto de Santos, em São Paulo, e o Porto de Vitória, no Espírito Santo, proporcionando acesso facilitado aos mercados internacionais (Figura 8). Essa ferrovia possui cerca de 900 km de extensão no estado e é utilizada para o escoamento da produção de minérios, proporcionando acesso facilitado aos mercados internacionais. Estima-se que, somente em 2022, mais de 8 milhões de toneladas de minerais foram transportados pela ferrovia.

Figura 8 - Ferrovia FCA



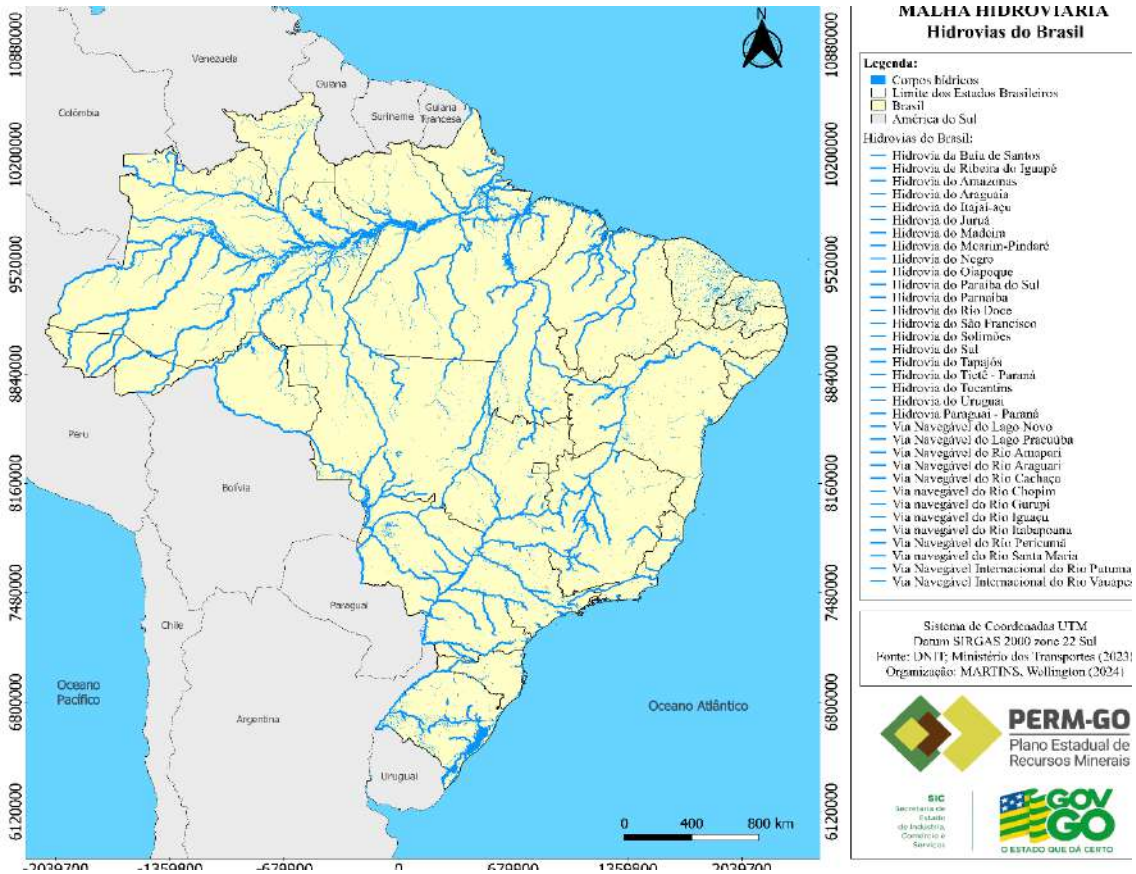
Fonte: Wellington Martins (2024).

No entanto, apesar dos avanços, ainda há necessidade de investimentos para melhorias nas malhas ferroviárias, como modernização de equipamentos e expansão da capacidade para atender à demanda crescente.

Quanto à infraestrutura portuária, esta desempenha um papel crítico no transporte marítimo dos minérios extraídos em Goiás. Embora o estado não possua portos próprios, devido a sua localização geográfica, ele está relativamente próximo de importantes portos marítimos e se beneficia do acesso a portos fluviais ao longo do Rio Paranaíba, que permitem o transporte de

minerais através da Hidrovia Paranaíba-Tietê, conectando-se ao Porto de Santos (Figura 9). Esses portos desempenham um papel vital na exportação dos minérios goianos para mercados internacionais.

Figura 9 - Hidrovias do Brasil



Fonte: Wellington Martins (2024).

A rota fluvial do rio Paranaíba-Tietê oferece uma alternativa viável ao transporte rodoviário e ferroviário para o escoamento da produção de minerais, reduzindo os custos logísticos. Estima-se que, em 2021, mais de 2 milhões de toneladas de minerais tenham sido transportados pela hidrovia.

Além disso, no que tange à infraestrutura aeroportuária, Goiás possui o aeroporto Santa Genoveva, localizado em Goiânia e, também, uma plataforma multimodal denominada Porto Secom que está localizada no Distrito Agroindustrial de Anápolis (DAIA), região central do Estado, que também contribui para o escoamento da produção.

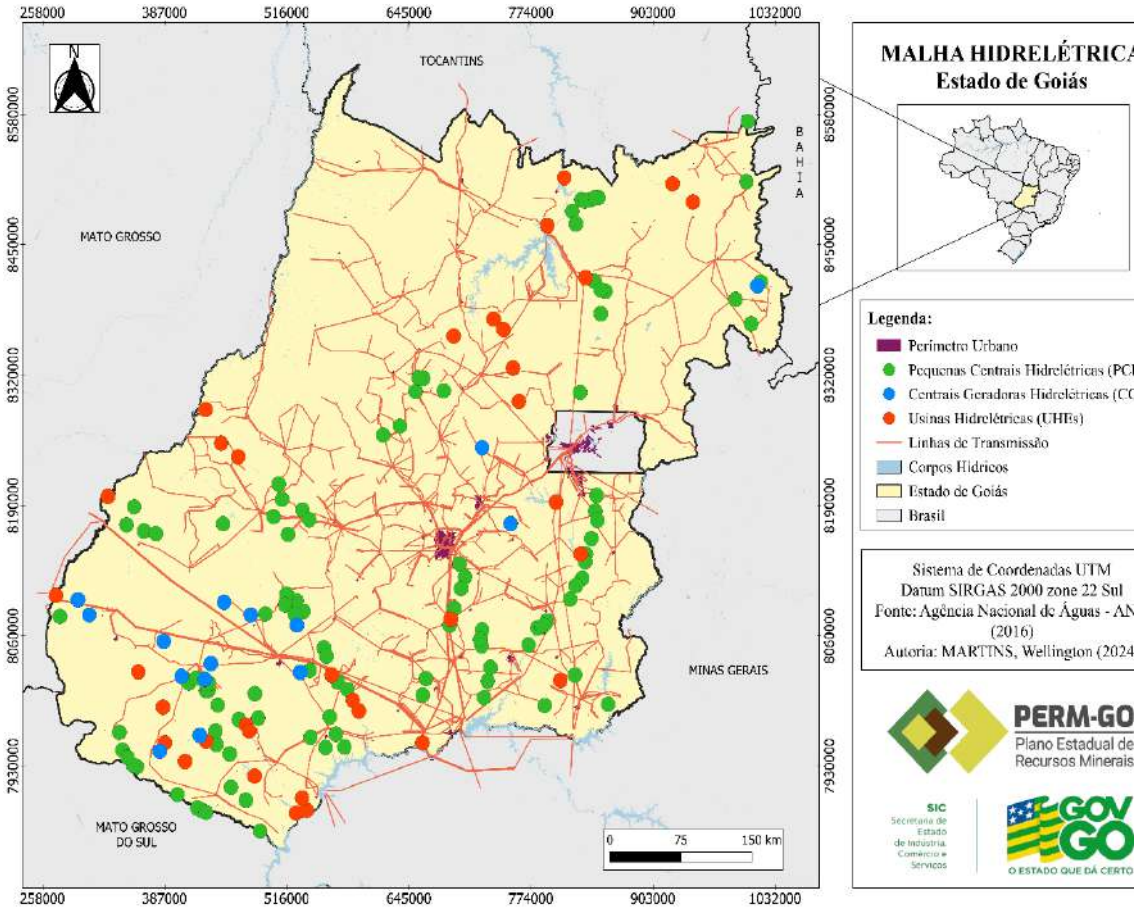
Contudo, as empresas em geral do estado utilizam as rotas rodoviárias existentes, pois, apesar das longas distâncias, do tempo médio de duração da viagem e do custo, a rodovia ainda é o modal mais comum e mais utilizado para o transporte de mercadorias em geral e, no caso da

mineração, não é diferente.

Quanto à energia elétrica, Goiás compra energia de outros estados da União, pois sua capacidade de geração (Figura 10) não é suficiente. Segundo o IMB (2023), em 2019 a capacidade instalada de energia era de 8.273,80 megawatt (MW) e o consumo foi de 14.473.400 megawatt/hora (MWh), ou seja, o consumo de energia elétrica foi quase o dobro da capacidade de geração de energia. Dessa forma, há que se atentar para a necessidade de modernização das instalações de energia elétrica disponíveis e de expansão da rede de distribuição.

Ainda existem graves problemas de distribuição de energia elétrica no estado, situação que o coloca entre os últimos no cenário nacional de qualidade de serviços de entrega do bem energia elétrica (Figura 10 e Tabela 18).

Figura 10 - Malha hidrelétrica, empreendimentos geradores de energia hidrelétrica, redes de transmissões e centros urbanos do Estado de Goiás



Fonte: Wellington Martins (2024).

Tabela 18 - Desempenho Global de Continuidade (DGC) das concessionárias de grande porte no fornecimento de energia elétrica - 2022

Empresas	Colocação	DGC
CPFL Santa Cruz	1	0,52
Cosern	2	0,58
Eto	3	0,61
Equatorial PA	4	0,62
EDP ES	5	0,63
EMG	6	0,63
EPB	7	0,63
ESS	8	0,65
EMT	9	0,67
CPFL Paulista	10	0,71
EMS	11	0,72
EDP SP	12	0,74
ESE	13	0,74
CELPE	14	0,75
CPFL Piratininga	15	0,75
Coelba	16	0,76
Light	17	0,77
Elektro	18	0,78
Enel SP	19	0,79
RGE	20	0,79
Celesc	21	0,81
Copel	22	0,82
Cemig	23	0,83
Enel CE	24	0,83
Enel RJ	25	0,83
Neoenergia Brasília	26	0,93
Equatorial GO	27	1,10
Equatorial MA	28	1,26
CEEE	29	1,57

Fonte: Faria (2023).
Obs.: O Desempenho Global de Continuidade (DGC) leva em conta a duração e a frequência das interrupções em relação ao limite estabelecido pela ANEEL. Quanto menor o DGC, melhor a avaliação da empresa.

2.2.5.3 O Fundeinfra e a infraestrutura rodoviária: perspectivas para o Estado de Goiás

Considerando as características da infraestrutura de transporte e logística, vale ressaltar que é necessário manter um bom estado de conservação das rodovias, pois essa seria a forma mais fácil de acesso dos atores envolvidos na produção e na comercialização dos minerais existentes. A modernização de rodovias pode reduzir os custos finais da produção no mercado consumidor (mercado internacional), visto que o custo de transporte é uma parcela significativa que compõe o valor do produto em tais mercados.

Já observando o lado do produtor, a redução do custo de transporte contribui com a lucratividade da atividade, visto que reduz o custo de produção e eleva a possibilidade de ganhos com os produtos minerais. Dessa forma, a melhoria das condições de transporte pode contribuir tanto com a ampliação da competitividade do setor quanto com o aumento do retorno financeiro por meio da redução do custo total de produção.

Buscando um modal de transporte mais adequado e eficiente no contexto atual, é necessário um planejamento estratégico para garantir o acesso eficiente a todas as plataformas logísticas, como portos e aeroportos, que possam viabilizar um transporte eficiente e evitar gargalos logísticos.

Nesse contexto, o modal mais utilizado no estado de Goiás é, como foi identificado, o rodoviário e, diante disso e da infraestrutura rodoviária existente, há que se observar a necessidade de se promover a implementação de novas rodovias e a melhoria daquelas existentes.

Para a melhoria da infraestrutura rodoviária e aeroportuária, o estado de Goiás, por meio da criação do Fundo Estadual da Infraestrutura (Fundeinfra), prepara-se para implementar políticas e ações administrativas de infraestrutura dos modais de transporte, incluindo: recuperação, manutenção, conservação, pavimentação e implantação de rodovias, implementação de sinalização, pontes, bueiros, edificação e operacionalização de aeródromos, visando ampliar a capacidade logística do estado.

O Fundo de Infraestrutura tem uma previsão de arrecadação de 4,8 bilhões de reais ao longo do quadriênio 2023, 2024, 2025 e 2026, que possibilitará a execução de 2000 km de obras rodoviárias (pavimentação, duplicação e restauração). Atualmente, entre as obras já aprovadas para serem implementadas com os recursos do Fundeinfra e executadas pela Secretaria de Estado da Infraestrutura, constam 15,4 km de rodovias duplicadas, 330,52 km de pavimentação e 85,2 km de restauração, sendo elas:

a) 7,4 km de duplicação da GO-210, iniciando no anel viário do município de Rio Verde, sentido Montividiu-GO;
b) 8 km de duplicação da GO-174 do trevo da GO-210 em Rio Verde sentido BR 060 e até a Tecnoshow;
c) 33,52 km de pavimentação da GO-309 no entroncamento da BR-040 em Cristalina até a ponte da divisa com o município de Unaí-MG;
d) 40 km de pavimentação da GO-401 do entroncamento da GO-174 ao entroncamento da GO-206, incluindo o subtrecho do entroncamento da GO-174;
e) 35 km de pavimentação da GO-319 com início no perímetro urbano de Castelândia até Denislópolis no município de Quirinópolis;
f) 65 km de pavimentação da GO-341 em Perolândia-GO do entroncamento da GO-465

ao entroncamento da BR-158;

g) 46 km de pavimentação da GO-220 em Perolândia-GO até o entroncamento da GO-341;
h) 33 km de pavimentação da GO-194 em Portelândia-GO do entroncamento da GO-461 ao entroncamento da GO-542, ponte branca na divisa entre Goiás e Mato Grosso;
i) 53 km de pavimentação da GO-461 em Portelândia-GO do trevo do Rio Matrinchã até a GO-221 no entroncamento da GO-194 com a GO-221;
j) 25 km de pavimentação da GO-050 de Palmeiras de Goiás a Palminópolis;
k) 42,2 km de restauração da GO-080, iniciada no fim do perímetro urbano de Goianésia até o entroncamento da BR-080 com a GO-342;
l) 43 km de restauração da GO-040, de Goiatuba a Bom Jesus, no entroncamento da GO-020 com a BR-452.

Além da manutenção rotineira da extensão de malha pavimentada e não pavimentada do estado de Goiás, estão as obras realizadas pela Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes (Goinfra). Dentre as obras realizadas por essa instituição e finalizadas no período de 2019 a 2023, estão as seguintes obras:

a) Reconstrução de 111,5 km da GO-060;
b) Reconstrução de 33,8 km da GO-010;
c) Realização do canal de drenagem do Aeroporto de Anápolis;
d) Terraplanagem e pavimentação de 14,46 km da GO-230;
e) Implantação e pavimentação de 7,36 km da GO-439;
f) Duplicação de 16,58 km da GO 070, com 14,54 km finalizados em 2023 e parte ainda em andamento;
g) Terraplanagem e pavimentação de 38,13 km da GO-347;
h) Duplicação de 10,22 km da GO-010;
i) Restauração de 41,23 km da GO-080;
j) Implantação e pavimentação de 32,66 km da GO-230;
k) Pavimentação de 50,18 km da GO-110;
l) Implantação e pavimentação de 23,01 km da GO-132;
m) Restauração de 74,28 km da GO-142;
n) Pavimentação de 34,60 km da GO-156;
o) Pavimentação de 25,63 km da GO-180;
p) Pavimentação de 23,68 km da GO-221;
q) Terraplanagem e pavimentação de 31,10 km da GO-309;
r) Restauração de 24 km da GO-326;

s) Duplicação de 3,4 km da GO-330;
t) Terraplanagem e pavimentação de 37,18 km da GO-334;
u) Pavimentação de 32,46 km da GO-341;
v) Terraplanagem e pavimentação de 60,85 km da GO-447 e da GO-112;
w) Pavimentação de 51,2 km da GO-454;
x) Terraplanagem e pavimentação de 14,79 km da GO-591;
y) Implantação de 1,97 km do Anel Viário da GO-213 e da GO-330.

Dentre as obras finalizadas até 2023 e realizadas pela Goinfra, as mais relevantes para o contexto da logística do estado são as seguintes:

a) Restauração e pavimentação de 43,03 km da GO-336;
b) Implantação e pavimentação de 13,20 km da GO-433;
c) Terraplanagem e pavimentação de 14,46 km da GO-230;
d) Reconstrução de 38,9 km da GO-326.

Considerando tais informações, observa-se que o estado de Goiás investe na ampliação e na modernização de sua malha viária de forma a garantir o avanço e a eficiência da infraestrutura rodoviária, buscando dar suporte para a melhoria do acesso dos produtos goianos aos mercados consumidores. Igualmente, Goiás proporciona o acesso dos fornecedores, produtores e consumidores a regiões produtivas do próprio estado.

Ainda há, porém, muito o que fazer em infraestrutura ferroviária, e algumas ações estão sendo desenvolvidas, conforme já tratado anteriormente. Também há muito o que fazer no que toca à infraestrutura aeroportuária, relativamente à adequação dos aeródromos, que possuem alguns projetos sendo desenvolvidos, mas ainda não se tem informação de como serão desenvolvidas as ações nesse sentido. Dessa forma, o principal modal de escoamento da produção continua sendo o rodoviário, porém com melhores condições e perspectivas.

2.2.5.4 Observações pertinentes

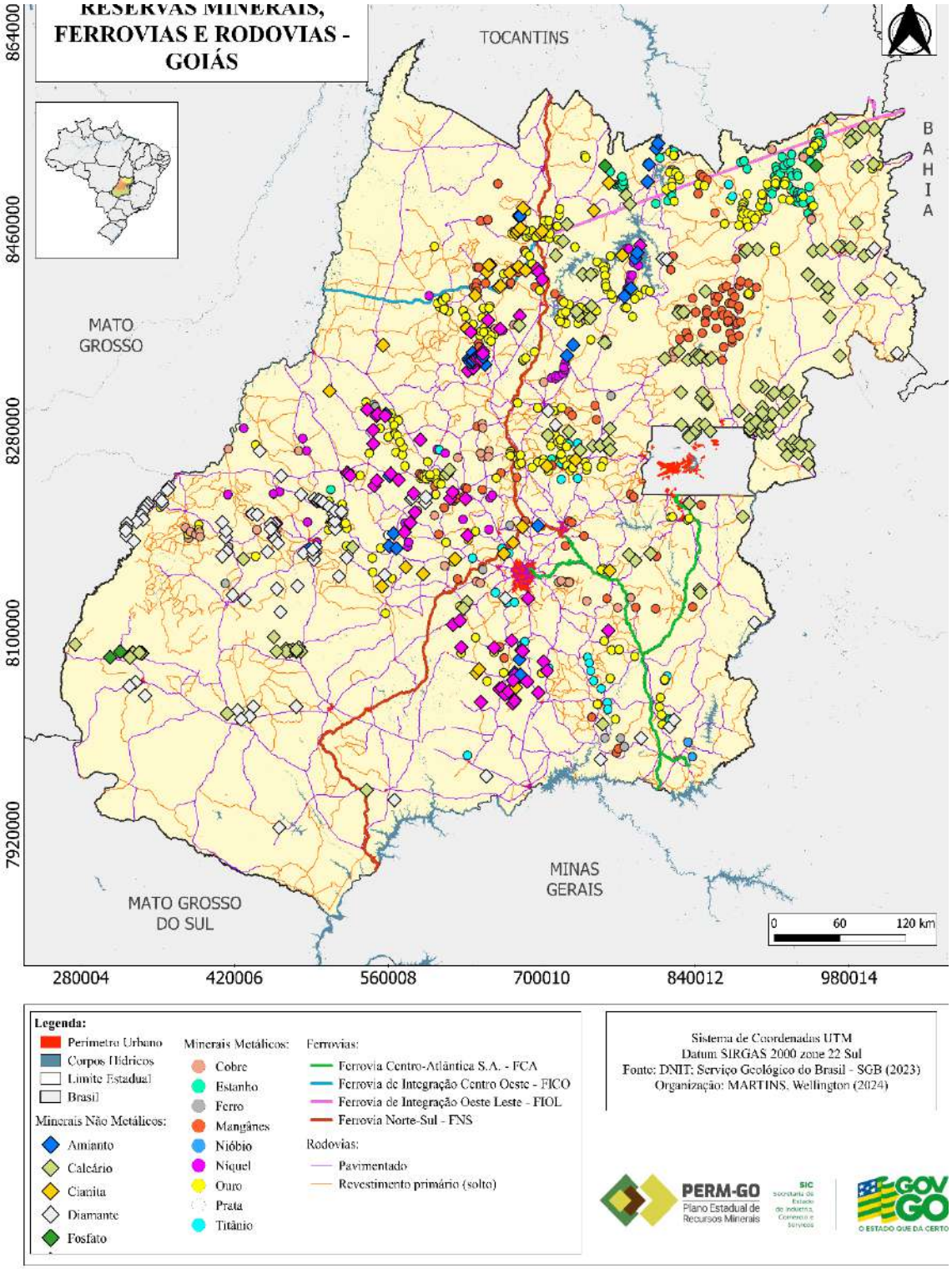
A infraestrutura de transporte e logística que atende ao setor mineral em Goiás reflete as características brasileiras de infraestrutura. O foco no modal rodoviário são os escassos investimentos em vias alternativas como ferrovias e hidrovias, que, mesmo tendo avançado nos investimentos nas últimas décadas, ainda têm muito a avançar e a modernizar-se.

São imensos os desafios dessa área para todos os setores produtivos e em especial para o setor mineral, que em Goiás enfrenta algumas limitações na infraestrutura de transporte e logística,

pois os empreendimentos não estão próximos das principais vias de escoamento, como fica evidente na Figura 11.

Embora o estado de Goiás possua uma rede rodoviária bem distribuída, a falta de uma malha ferroviária eficiente representa uma barreira para o escoamento da produção mineral. Além disso, a distância dos portos marítimos também impacta os custos de transporte e exportação, tornando necessário o uso de outras alternativas logísticas, como o transporte por caminhões até portos fluviais ou a utilização de rotas multimodais. Essas questões afetam a competitividade do setor e requerem investimentos em infraestrutura para superá-las.

Figura 11 - Posicionamento das principais reservas minerais, ferrovias e rodovias em Goiás



Fonte: Wellington Martins (2024).

Há que se considerar de forma positiva a localização geográfica estratégica do estado de Goiás. O estado faz divisa com importantes polos econômicos e industriais, como Minas Gerais,

Distrito Federal e Mato Grosso, o que facilita o acesso a mercados consumidores e fornecedores.

Para aproveitar ao máximo as oportunidades e superar os desafios, é fundamental que haja investimentos contínuos em infraestrutura e logística, com o objetivo de melhorar as condições de transporte e escoamento da produção mineral. Além disso, é importante promover o diálogo e a parceria entre o setor público e o setor privado, buscando soluções conjuntas para os desafios enfrentados.

Em resumo, embora a mineração em Goiás enfrente desafios relacionados à infraestrutura e à logística, o estado apresenta oportunidades significativas para o setor. Com investimentos adequados e uma abordagem colaborativa, é possível desenvolver a mineração de forma sustentável e promover o crescimento econômico do estado.

2.2.6 Identificação das principais linhas de pd&i das tecnologias disponíveis no mercado e oportunidades de sua aplicação no Estado

O setor mineral no Brasil tem uma característica de baixa agregação de valor nos produtos e subprodutos do setor. À medida que avançam os processos produtivos, observa-se a necessidade crescente de investimentos em adoção de tecnologias que possam viabilizar as atividades de minerações em áreas não consolidadas, minimização dos efeitos adversos nas regiões de exploração e economia dos recursos naturais, com terra ou água envolvidas na exploração de tais recursos. Com o forte crescimento das demandas pelos produtos do setor mineral, Goiás tem potencial para tornar-se um dos principais estados para atendimentos de demandas de produtos específicos, como o de terras raras, produtos minerais de alto valor agregado e avançar na produtividade de suas jazidas.

Esse cenário positivo para o setor de mineração em Goiás terá efeitos multiplicadores na economia (com investimentos em pesquisa e inovação para o setor) e na geração de tecnologias sustentáveis para o atendimento de demandas específicas. O estado conta com potencial para a geração dessas tecnologias, já que conta com o conhecimento acumulado da exploração na região e com uma rede de pesquisa fortalecida pela participação de instituições de pesquisa e ensino dos governos municipais, estadual e federal.

Este texto apresenta as principais linhas de pesquisa, desenvolvimento e inovação de tecnologias para exploração mineral. O texto também discute como o estado de Goiás poderá aproveitar esta tendência para consolidar-se como um estado inovador em tecnologia na área mineral.

2.2.6.1 Linhas de pesquisa, desenvolvimento e inovação das tecnologias para setor mineral

O setor mineral foi considerado, por um longo período de tempo, como um setor com baixa capacidade de adoção de tecnologias e com rigidez nas suas práticas de exploração mineral. O período de 1980-90 consolidou uma nova abordagem em todos os setores produtivos quanto à utilização de tecnologias para diminuição dos efeitos negativos das atividades produtivas sobre o meio ambiente.

As décadas de 2000 e 2010 demonstraram que a questão ambiental seria fundamental para as estratégias de inovação nos setores das economias dos países. Outros avanços que marcaram as novas demandas tecnológicas dos setores foram a segurança do trabalhador, a economia dos recursos naturais e a eficiência produtiva. Esses três fatores somaram-se à questão ambiental para marcar um novo rumo na condução de pesquisas e desenvolvimento de tecnologias para o setor mineral.

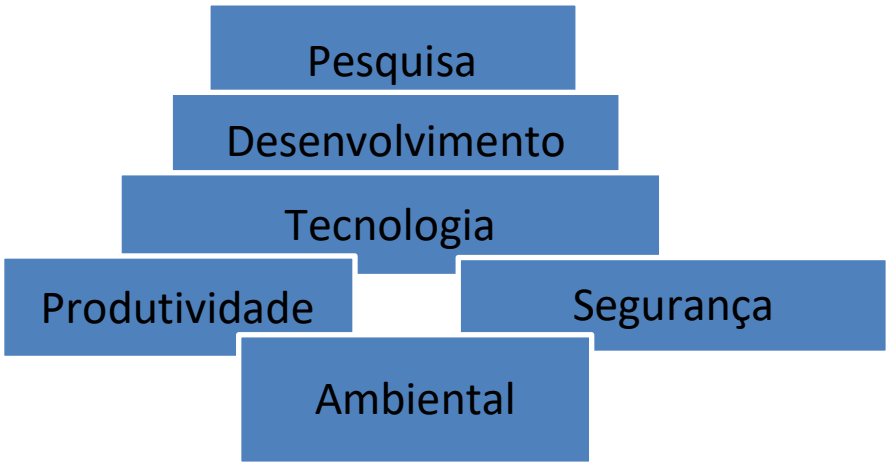
Ressaltam-se ainda as mudanças provocadas pelos avanços das tecnologias de informações sobre o setor mineral e a utilização de ferramentas de precisão que tem alterado o modelo de exploração pela otimização dos investimentos. Esta segunda mudança tem sido utilizada para definir que há uma nova mineração, denominada Mineração 4.0. As mais recentes tecnologias combinam novos equipamentos com materiais especiais mais leves e inteligência artificial, formando com isso novas dinâmicas no setor mineral em Goiás, que tem como um dos principais empecilhos, para o avanço de pesquisas e tecnologias, o perfil do novo profissional da mineração.

A mineração, no decorrer dos anos, enfrentou vários fatos que associaram esse setor a degradação, exploração e desastres ambientais. Com isso, é necessário um esforço coordenado por atores do setor para proporcionar à sociedade o conhecimento da atividade mineral que é executada de forma a garantir todos os direitos, sejam sociais, sejam ambientais, gerando trabalho e renda para a região mineira. Os principais atores que devem trabalhar em conjunto para a geração de pesquisa, desenvolvimento e inovação do setor são os trabalhadores do setor, que detêm o conhecimento prático e podem orientar tecnologias. A partir dessas experiências, as universidades (com seu corpo qualificado de pesquisadores das diversas áreas que estão envolvidas na mineração) e as empresas do setor (que possibilitariam um grande campo de aplicação de tecnologias para os seus testes e validação) podem atuar juntas. Ancorando todos esses atores do setor estaria o Estado, por meio de incentivos e linhas de pesquisas que direcionassem demandas urgentes do setor de mineração e ainda pesquisas para determinados problemas considerados fundamentais para a competitividade do setor no estado de Goiás.

Na Figura 1 apresenta-se o que se espera das tecnologias para a Mineração 4.0. Destaca-se a

existência da hierarquia entre pesquisa, desenvolvimento e tecnologia, que são representadas pela sigla P&DI, ou seja, sem pesquisa é impossível termos o desenvolvimento que possibilitará a tecnologia.

Figura 12 - Tecnologias para a mineração 4.0



Fonte: Elaboração dos Autores (2023).

Ressalta-se da Figura 12 que todas as tecnologias geradas no setor de mineração que visam possibilitar ao setor o avanço para a indústria 4.0 necessitam focar nos três pilares essenciais: produtividade, segurança e ambiental.

Outro fator que foi demonstrado no final da década de 2010, com a emergência da pandemia de covid-19 e com a necessidade de afastamento social, foi a importância da automação nos setores produtivos considerados essenciais e ainda o controle da produção por profissionais qualificados de forma remota.

De acordo com o estudo sobre a Mineração 4.0 divulgado pela Revista *Gerencia de Riesgos y seguros*:

> [...] as tecnologias que mais ajudarão a alcançar a verdadeira 'Mineração 4.0' são 'a automatização e a robótica, a inteligência artificial, a Internet das Coisas, os sensores especialmente desenhados para este setor, o uso de drones, os binóculos digitais e a realidade virtual.' Além disso, o aproveitamento dos espaços de mineração para armazenamento e transmissão de energia (Rascón; Jimeno; Ruano, 2023, p. 3).

Observa-se que as novas tecnologias, à medida que forem adotadas na produção de máquinas e equipamentos, já atenderão aos requisitos apresentados na Figura 12, que são maior produtividade, segurança e serão mais poupadores de recursos ambientais — e com isso mais sustentáveis.

As tecnologias existentes (como o mapeamento digital, a automação de máquinas de grande

porte e veículos, o tratamento de dados pelas inteligências artificiais e drones com múltiplas funções) são cada vez mais importantes para a alavancagem dos setores produtivos, e o setor de mineração está inserido nesse novo modelo. Em Goiás espera-se que as tecnologias avancem com a melhoria da infraestrutura do estado quanto à disponibilidade de energia elétrica e às transmissões de dados,

Outra tecnologia considerada importante para o setor de mineração é a existência no mercado de *software* com modelagem matemática, que permite uma gestão mais eficiente das minas e explorações comandadas pelas estimativas e decisões mais rápidas de ajustes de preços. Esses pacotes têm funcionalidades que podem permitir que os investimentos sejam mais bem mensurados em cenários de curto, médio e longo prazo com previsões de variações dos preços internacionais.

Conforme Alvarenga (2021), o setor de mineração apresenta uma disrupção tecnológica que impactará nas dinâmicas do setor. Segundo o autor, o setor receberá até 2024 US$38 bilhões devido às mudanças que o setor tem apresentado na direção de uma prática sustentável, por consequência a atração dos investimentos tende a se manter em elevação. Inteligência artificial, *machine learning*, automação, análise computacional, realidade virtual e veículos aéreos são as principais tecnologias da disrupção que fará com que toda a cadeia seja beneficiada.

Para o estado de Goiás, considera-se que a união das empresas do setor com as universidades e a Fapeg pode beneficiar a criação de uma agenda ativa de pesquisas para a incorporação das tecnologias no setor de forma acelerada, já que estas já se encontram em expansão em diversos setores econômicos em Goiás.

2.2.6.2 Observações pertinentes

O setor de mineração necessita de uma agenda ativa para a geração de pesquisa, desenvolvimento e inovação das tecnologias com a alavancagem de ganhos para toda a cadeia produtiva. Há que se destacar que a sociedade necessita ser sensibilizada a respeito da importância do setor para a geração de um processo de desenvolvimento sustentável que tenha efeitos positivos para a sociedade como um todo: desde o empregado até as instituições de pesquisa e de geração de tecnologias.

Outra importante agenda de sensibilização para a sociedade é a demonstração de que são os produtos do setor de mineração que tem permitido o avanço de tecnologias altamente modernas, como *chips* com maior capacidade de armazenagem e eficiência energética de produtos. Essas tecnologias são possíveis devido à agregação de valor aos produtos minerais e o estado de Goiás pode alavancar vários produtos minerais importantes para as tecnologias de informação.

Quanto a pesquisas, desenvolvimento e inovações em tecnologias para o setor mineral em Goiás, destaca-se que há um rol de tecnologias já consideradas prontas e que necessitam ser adaptadas às demandas do setor mineral a fim de que a mineração possa atingir um novo paradigma de produção e ganhos ambientais. Para isso, é necessário que os principais agentes da cadeia possam se unir e construir uma agenda de pesquisa consolidada nos principais problemas que o setor enfrenta em Goiás. A união de agentes, empresas produtoras, universidades, sociedade e instituições de fomento é um dos pilares para que o setor possa garantir o desenvolvimento sustentável e a promoção de qualidade para todos da cadeia produtiva.

2.2.7 Principais desafios dos micros e pequenos empreendedores minerais

As micros e pequenas empresas no Brasil passam enormes dificuldades que levam grande número delas a fecharem as portas, causando problemas para as comunidades que as recebem pelo desemprego, pela redução de receita aos cofres públicos, bem como pelos investimentos desperdiçados.

Na mineração essa realidade não é diferente, pois, além dos entraves que caracterizam as micros e pequenas empresas de outros setores, as empresas mineradoras têm obrigações que as assoberbam com trâmites burocráticos e custos financeiros que pesam muito na decisão de se legalizarem ou não. No texto que segue, é observada essa realidade, enumerando os principais desafios que tais empresas enfrentam.

2.2.7.1 O conceito de micro e pequeno empresa ou empreendimento

Diversos são os critérios para se conceber o que é uma micro e pequena empresa (MPE) no Brasil. Esses critérios estão divididos em qualitativos, quantitativos e mistos. Pelo critério qualitativo, Dutra e Guaghardi (1984), em texto seminal, apresentam as seguintes características para as pequenas e médias empresas:

> - usam trabalho próprio ou de familiares;
> - não possuem administração especializada;
> - não pertencem a grupos financeiros;
> - não têm produção em escala;
> - apresentam condições peculiares de atividade reveladoras de exiguidade de negócio;
> - são organizações rudimentares;
> - apresentam menor complexidade do equipamento produtivo causando baixa relação investimento/mão de obra;
> - são receptoras da mão de obra liberada do setor rural;
> - são campo de treinamento de mão de obra especializada e formação do empresário. (Dutra; Guaghardi 1984. p. 125).

No critério quantitativo, a conceituação de porte das empresas em micro e pequena é distinta e empregada segundo o interesse da fonte de benefícios ou de financiamento. É empregada sempre que as empresas subjugarem seus projetos e propostas a essas fontes. Pode-se destacar os seguintes critérios a partir de órgãos e leis:

a) O Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) adota dois conceitos quantitativos para a classificação do porte das empresas, sendo um por número de funcionários (Quadro 5) e outro que considera a Receita Operacional Bruta (ROB), adotado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) – Ver Quadro 7;

Quadro 5 – Sebrae, critério de classificação do porte de empresas segundo o número de empregados

Porte	Comércio e Serviços (1)	Indústria (2)
Microempresa (ME)	Até 9 empregados	Até 19 empregados
Empresa de pequeno porte (EPP)	De 10 a 49 empregados	De 20 a 99 empregados
Empresa de médio porte	De 50 a 99 empregados	De 100 a 499 empregados
Grandes empresas	100 ou mais empregados	500 ou mais empregados

Fonte: Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (2013).
Observação: (1) O setor de serviços não inclui administração pública e serviço doméstico; (2) As mesmas delimitações de porte foram utilizadas para o setor da construção.

b) A Lei Complementar n. 123/2006 (Brasil, 2006), conhecida por Estatuto Nacional da Microempresa e da empresa de pequeno porte, emprega a receita bruta anual para classificar o porte das empresas (Quadro 6).

Quadro 6 - Classificação do porte de empresas, Lei Complementar n. 123/2006

Porte	Critérios
Microempreendedor individual	Receita bruta anual de até R$81 mil
Microempresa	Receita bruta anual igual ou inferior a R$360 mil
Empresa de pequeno porte	Receita bruta anual superior a R$360 mil e igual ou inferior a R$4,8 milhões

Fonte: Brasil (2006).

c) O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), classifica o porte das empresas baseado na Receita Operacional Bruta (ROB) anual ou conforme a renda anual de cliente pessoa física (Quadro 7).

Quadro 7 - BNDES, critério de classificação do porte das empresas

Porte	Receita Operacional Bruta (ROB) anual ou renda anual
Microempresa	Menor ou igual a R$360 mil
Pequena empresa	Maior que R$360 mil e menor ou igual a R$4,8 milhões
Média empresa	Maior que R$4,8 milhões e menor ou igual a R$300 milhões
Grande empresa	Maior que R$300 milhões

Fonte: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (2023).
Observação: Quando a empresa integrar um grupo econômico, a classificação do porte considerará a ROB consolidada do grupo. Entes da administração pública direta não são classificados por porte e, para fins de condições financeiras, são equiparados às grandes empresas.

d) A Agência Nacional de Mineração (ANM) adota dois critérios quantitativos para a definição do porte das empresas: em um considera a produção bruta (ROM) — (Quadro 8) e o outro emprega o Valor da Produção Mineral (VPM) — (Quadro 9),

Quadro 8 - ANM, critério de classificação por produção bruta (ROM)

Porte	Critérios
Micro	Alimentação inicial até 10.000 t/ano
Pequena	Alimentação da usina maior que 10.000 t/ano até 100.000t de minério ou de produto pré-beneficiado
Média	Alimentação da usina maior que 100.000 t/ano até 1.0000.000 t de minério ou de produto pré-beneficiado
Grande	Alimentação da usina maior que 1.000.000 t/ano de minério ou de produto pré-beneficiado

Fonte: Agência Nacional de Mineração (2022b).

Quadro 9 - ANM, critério de definição de porte das empresas/pessoa física por valor da produção mineral (VPM)

Porte	Critérios
Micro	VPM menor ou igual a R$360.000,00/ano
Pequena	VPM maior que R$360.000,00/ano e menor ou igual a R$4.800.000,00/ano
Média	VPM maior que R$4.800.000,00/ano e menor ou igual a R$78.000.000,00/ano
Grande	VPM maior que R$78.000.000,00/ano

Fonte: Agência Nacional de Mineração (2023a).

As empresas mineradoras, apesar do conceito classificatório distinto dado pela ANM, devem atentar-se para o critério de classificação de porte de empresa adotado pela entidade junto à qual se pretende buscar recursos ou benefícios, pois as entidades empregam em suas operações um conceito próprio para qualquer empresa que recorra a elas.

2.2.7.2 As micro e pequenas empresas no Brasil e em Goiás

As MPEs têm peso significativo no tecido produtivo e econômico brasileiro e goiano. No Brasil, em 2021, as MPEs responderam por 99% do total das empresas, foram responsáveis por 52% dos empregos gerados e por 27% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, 2023a). Em Goiás o cenário não é diferente: as MPEs predominaram com 92,3% das empresas, empregaram 69,9% do total da mão de obra e geraram 35,5% do PIB do estado (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, 2023b). Considerando a classificação por VPM adotada pela ANM, em Goiás e no Brasil, os dados das MPEs guardam elevada assimetria com as demais condições citadas acima, enquanto, em 2021 (Tabela 19), elas representaram 85,2% das empresas mineradoras brasileiras e 82,1% das goianas.

Tabela 19 - Quantidade de empresas segundo o porte no Brasil e Goiás (2021) e percentual de participação

Porte	Brasil		Goiás		Goiás/Brasil (%)
	Quantidade	% part.	Quantidade	% part.	
Micro	5.565	53,5	262	53,4	4,7
Pequena	3.295	31,7	141	28,7	4,3
Média	1.336	12,8	74	15,1	5,5
Grande	211	2,0	14	2,9	6,6
Total	10.407	100,0	491	100,0	4,7

Fonte: Baseado em dados da Agência Nacional de Mineração (2023a).

As mineradoras de microporte, segundo a Agência Nacional de Mineração (2023a), somam 262 empresas, e as pequenas chegam a 141 empresas (Tabela 20). Enquanto isso, as médias totalizam 74 e as grandes, somente 14 empresas. Os municípios que mais apresentam empresas de microporte são Silvânia, Caldas Novas e Piracanjuba, representando 18% do total. As empresas de microporte estão em 107 dos 246 municípios do estado, ou seja, em 43% do total. As pequenas empresas, por sua vez, estão em 55 municípios, sendo que, destes, em Caldas Novas se têm 39,7% delas.

Tabela 20 - Goiás, quantitativos por porte das minas e usinas e captações por municípios – 2021

continua

Município	Micro	Pequena	Média	Grande
Abadiânia		3	2	
Anápolis		3		
Aparecida de Goiânia			4	
Alto Horizonte				1
Araguapaz	2			

Barro Alto		2	4	1
Bela Vista de Goiás	3			
Buriti de Goiás	3			
Cabeceiras de Goiás			2	
Caldas Novas	15	56		
Campestre de Goiás	3			
Campos Verdes	2			
Catalão	3			1
Cezarina	3			1
Cocalzinho de Goiás				2
Corumbá		2		
Corumbaíba	4			
Cristalina	5			
Crixás	4		3	
Crominia	4			
Cumari	8	2		
Fazenda Nova de Goiás	3			
Formosa	6	2		
Goiandira	7			
Goiás	6	4	2	
Goiatuba	3			
Guapó	3		2	
Guarani de Goiás	3		2	
Hidrolândia	5	3		
Indiara	3		3	2
Inhumas	2			
Ipameri	2			
Itajá				1
Itapaci		2		
Itapirapuã	4			
Itapuranga	6			
Itumbiara		2		
Jaraguá	6			
Jataí	4			
Luziânia	3	5		

Tabela 20 - Goiás, quantitativos por porte das minas e usinas e captações por municípios – 2021
conclusão

Município	Micro	Pequena	Média	Grande
Mambaí	2			
Minaçu				1
Mineiros	2			
Monte Alegre de Goiás	2			
Montes Claros de Goiás	2			
Niquelândia	3			
Ouvidor				1
Padre Bernardo			3	1
Pilar de Goiás				1
Piracanjuba	13			
Pirenópolis	2			
Planaltina			3	
Posse		3		
Porangatu	3			
Rialma	2			
Rio Quente				1
Rio Verde	7	2	2	
Santa Tereza de Goiás	2			
Santo Antônio do Descoberto	3			
São Simão		7		
São Luís de Montes Belos	4			
São Miguel do Araguaia	6			
Silvânia	19	3		
Uruaçu	2	2		
Vianópolis	2			
Vila Propício			3	
Outros	61	38	39	0

Fonte: Agência Nacional de Mineração (2023a).

Quanto às substâncias, o maior número de micromineradoras trabalha com areia, rochas (britadas) e cascalho, argilas e água mineral, que representam 91,6% do total. Nas pequenas minerações o predomínio é de água mineral, areia, calcário, argila, rochas (britadas) e cascalho, que respondem por 91,5% do total (Tabela 21). Esses principais minerais atendem à demanda da construção civil, da agricultura e de água para o consumo pessoal.

Tabela 21 - Goiás, quantitativos por porte das minas e usinas e captações por substância - 2021

Substância	Micro	Pequena	Média	Grande
Areia	160	39	4	
Rochas (britadas) e cascalho	35	9	25	1
Argila	26	6	2	
Água mineral	19	66	10	3
Rochas ornamentais	8	3		
Calcário	4	9	21	3
Gemas	2			
Saibro	2			
Areia industrial	1		2	
Manganês	1	1		
Níquel	1			1
Ouro	1	2	4	1
Rochas ornamentais - outras	1	3		
Vermiculita e perlita	1		1	
Alumínio (bauxita)		2	4	
Ferro		1		
Dolomito e magnesita			1	
Fosfato				2
Amianto				1
Cobre				1
Nióbio				1

Fonte: Agência Nacional de Mineração (2023a).

Tais dados revelam o forte impacto das PMEs da mineração na economia e na sociedade goiana por estarem distribuídas por muitos pequenos municípios do estado. Contudo, ainda não refletem a realidade por se ter grande número de mineradoras na clandestinidade, situação que merece acompanhamento especial das autoridades e de gestores públicos.

2.2.7.3 Os desafios das micros e pequenas empresas de mineração em Goiás

As micro e pequenas empresas são criadas, segundo os empreendedores, em 69% dos casos por oportunidades que surgem e, em 31%, por necessidade (SEBRAE, 2014). Os motivos de sua criação são seguintes:

> 37% desejavam ter o seu próprio negócio;
> 26% identificaram uma oportunidade de negócios;
> 19% por exigência de clientes/fornecedores;
> 11% para melhorar de vida (aumentar a renda);
> 4% estavam desempregados e não arrumavam emprego;
> 4% por outros motivos (SEBRAE, 2014).

Os recursos de 88% desses empreendedores para o início das atividades são basicamente de origem própria ou familiar.

Por outro lado, segundo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (2014), as causas das mortes dos empreendimentos são falta de:

1) Planejamento prévio –
   a) ao abrir a empresa, parte dos empreendedores não levantou informações importantes sobre o mercado;
   b) grande parte menosprezou o planejamento de itens básicos antes do início das atividades da empresa;
2) Gestão empresarial –
   a) não fazem com frequência o aperfeiçoamento dos produtos e serviços, deixam de investir em capacitação, de se atualizar nas tecnologias do setor e de inovar em processos e procedimentos;
   b) entram na atividade sem experiência prévia ou conhecimentos no ramo;
3) Comportamento empreendedor –

a) deixam de se antecipar aos fatos e de buscar informações sobre a atividade;

b) desconsideram a importância do plano de ações, com metas e objetivos.

No mesmo estudo, o Sebrae recomenda:

(i) um maior tempo de planejamento permite que se conheça melhor o mercado antes de abrir a empresa, o que tende a aumentar as chances de sucesso;

(ii) (ii) a estratégia da diferenciação mostrou-se mais vantajosa para a permanência das empresas no mercado do que a estratégia de custos; e

(iii) (iii) intensificar o contato com outras empresas, bancos, entidades e o governo aumenta as chances de sobrevivência das empresas.

Outros desafios importantes que implicam a sobrevivência das empresas de mineração, pelas especificidades da atividade, são aqui elencados:

1) Carga tributária – a carga tributária brasileira chegou em 2023 a 33,71% do PIB, considerando o governo central, estados e municípios (Brasil, 2023c). As empresas mineradoras nesse contexto, além dos tributos que afetam a grande maioria das empresas, têm que recolher a Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM), a Taxa de Controle sobre Atividades de Pesquisa, Lavra, Exploração e Aproveitamento de Recursos Minerais (TRM) para o governo estadual e o Fundo Estadual de Infraestrutura (Fundeinfra) em Goiás, entre outros tributos exigidos pela Agência Nacional de Mineração (ANM) para regularização da atividade e autorizações ambientais;

2) Burocracia (jurídica e regulatória) – os grandes óbices para as micro e pequenas mineradoras são atender as exigências legais para funcionar, que vão desde as licenças para a pesquisa, passando pela autorização de implantação até a exploração, a comercialização e o fechamento da mina. É preciso considerar, em todas as etapas, as normas da ANM, as obrigações ambientais e demais legislações federais, estaduais e municipais que implicam custos e tempo para serem cumpridas. Deve-se ainda considerar as dificuldades das empresas que estão em centros urbanos, que têm obrigações extras a serem seguidas;
3) Infraestrutura – este é um fator de grande preocupação para as empresas mineradoras, pois parte das estradas de rodagem estaduais estão sem pavimentação asfáltica. As rodovias são as mais utilizadas para transporte no estado. Outros fatores relevantes que atraem as preocupações são as condições das comunicações e a oferta de energia elétrica, que ainda não atende plenamente às necessidades da produção tanto pela qualidade quanto pela quantidade;
4) Gestão financeira e de pessoal – encontrar o equilíbrio na gestão do empreendimento é o elemento mais desafiador para as MPEs, pois exige conhecimento técnico e experiência administrativa em assuntos financeiros e de gestão de pessoas, grande gargalo dessas empresas. Essas MPEs, por um lado, também enfrentam dificuldades para conseguir financiamentos bancários ou de outras fontes para o capital fixo e de giro, quer pelas escassas garantias, quer por não se ter gestão eficiente de orçamento. Por outro lado, por grande parte das mineradoras se localizarem em municípios pequenos, tem-se a dificuldade de encontrar mão de obra em quantidade necessária, com nível educacional condizente com as exigências tecnológicas de operação e com facilidades de acesso à planta produtiva;
5) Inovação – o avanço tecnológico para o setor produtivo e as exigências do mercado colocam a MPE mineradora em desvantagem pelas dificuldades de financiamento e de pessoal qualificado, bem como pelo comportamento empreendedor, por falta de informações e de perspectivas;
6) *Marketing* – os desafios de conservar o mercado consumidor, bem como de conquistar novos demandantes, dependem de conhecimento de estratégias mercadológicas e de logísticas, faculdades que são deficientes nos empreendimentos de micro e pequeno portes;
7) Impactos ambientais – as demandas para redução de impactos ambientais têm se ampliado ano após ano. Tamanho crescimento tem levado empreendimentos mineiros, pela grande visibilidade dos impactos locais que causam e de suas possíveis extensões



regionais, a reverem suas ações e seus investimentos. Essas discussões sobre as exigências de sustentabilidade ambiental, principalmente com a redução de geração de carbono, necessitam de atenção para que as empresas se mantenham no mercado.

2.2.7.4 Observações pertinentes

As MPEs de mineração têm desafios adicionais aos que têm os demais segmentos empresariais. Esses desafios se devem tanto ao apelo ambiental quanto à legislação específica do setor, pois as etapas por que a MPE está obrigada a passar para comercializar exige vultosa quantidade de recursos financeiros, que, em muitos casos, superam a capacidade de obtenção de numerários de seus proprietários, levando ou a empreendimento com pouca capacidade produtiva, ou a ficarem na ilegalidade. O quadro favorece a atuação de atravessadores e ou contrabandistas, provocando a redução da arrecadação tanto local quanto estadual.

Considerando a condição de localização fixa das jazidas, que em muitos casos estão distantes dos centros urbanos ou em pequenos municípios, as MPEs de mineração enfrentam grandes problemas de atrair mão de obra, bem como com a infraestrutura para fazer chegar insumos e distribuir a produção.

As MPEs de mineração necessitam de uma estratégia de políticas específicas dos gestores públicos em relação à redução da burocracia e às facilidades para obtenção de recursos humanos, financeiros e de benefícios para a sua sobrevivência e para a manutenção da qualidade de vida das comunidades onde atuam.

2.2.8 Participação da produção mineral na formação do produto interno bruto

A mineração tem papel fundamental no fornecimento de matérias primas para setores importantes da economia. Ela é a base para a existência da construção civil, da fabricação de máquinas, de insumos para a agricultura e para muitos bens que o ser humano utiliza. Contudo, sua participação como formadora do Produto Interno Bruto (PIB) é baixa em relação aos setores produtivos que dela dependem. É essa participação que se vai discutir a seguir.

Por indisponibilidade de dados acerca das empresas que compõem o grupo das indústrias de transformação, que informaria a participação de cada indústria na cadeia produtiva da mineração no estado, buscaram-se alternativas para se compreender a extensão da participação da mineração na economia além da extrativa mineral. Para tanto, empregaram-se os valores da Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM) e o Valor da Transformação Industrial (VTI) como instrumentos de aferição da representatividade do setor.

O texto está dividido em três partes: na primeira se trata do PIB estadual, na sequência vem a discussão da participação da mineração na economia e, por fim, apresentam-se informações relevantes para se entender a mineração na economia de Goiás.

2.2.8.1 Produto Interno Bruto (PIB)

O Produto Interno Bruto (PIB) tem a importância de ser indicador imprescindível para a política pública de promoção do desenvolvimento econômico e social, para se mensurar e avaliar a atividade econômica e para conhecer o comportamento e o desempenho dos setores econômicos de uma dada região. Ele é resultado da soma dos bens e serviços finais produzidos em um município, estado ou país, ou seja, o Valor Adicionado Bruto (VAB), que representa o montante que cada setor (agropecuária, indústria e serviços) acrescentou na economia de uma região.
Em 2020 o PIB de Goiás foi de R$224.126 mi (Tabela 22) e representou 2,94% do total nacional. Na sua composição, o VAB goiano, no setor de serviços, teve maior representação com 40,1%, seguido dos setores da indústria com 21% e por último da agropecuária com 12,9%.

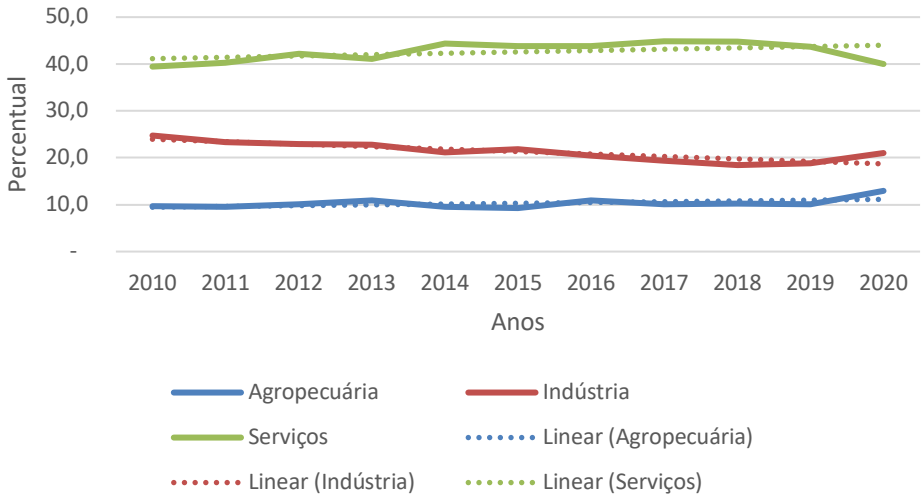
Tabela 22 - Goiás, produto interno bruto a preços correntes (R$ mil), valor adicionado bruto a preços básicos (R$ mil) - 2010 a 2020

Anos	Produto Interno Bruto a Preços Correntes - PIB (R$ mil)	Valor Adicionado Bruto a Preços Básicos - (R$ mil)					
		Total	Agropecuária	Indústria	Serviços	Administração Pública	Impostos
2010	106.770.107	93.245.996	10.376.551	26.426.092	42.117.307	14.326.051	13.524.107
2011	121.296.722	105.126.840	11.615.992	28.318.484	48.899.902	16.292.450	16.169.882
2012	138.757.833	122.476.483	14.076.178	31.753.855	58.523.827	18.122.619	16.281.336
2013	151.300.180	133.808.283	16.443.064	34.474.156	62.138.112	20.752.958	17.491.888
2014	165.015.307	146.560.349	15.645.243	34.823.316	73.155.668	22.936.114	18.454.976
2015	173.632.448	154.573.457	16.107.343	37.806.898	76.120.152	24.539.045	19.059.004
2016	181.692.438	162.040.126	19.727.721	37.171.002	79.516.358	25.625.051	19.652.317
2017	191.898.682	171.251.578	19.423.016	37.069.141	86.072.937	28.686.491	20.647.106
2018	195.681.724	173.890.168	19.905.390	36.092.370	87.575.964	30.316.444	21.791.556
2019	208.672.492	185.196.921	21.176.311	39.177.869	91.287.241	33.555.500	23.475.571
2020	224.126.112	199.832.733	29.022.563	47.124.852	89.797.907	33.887.411	24.293.379

Fonte: Elaborado a partir de Instituto Mauro Borges (2023).

Quanto ao desempenho dos setores produtivos ao longo dos últimos 10 anos, tem-se o setor de serviços com tendência de crescimento, apesar da redução de sua participação entre 2019 e 2020, como provável resultado da pandemia de covid-19. O setor agropecuário também apresentou a mesma tendência, contudo com menor ritmo. Já o setor industrial apresentou tendência de queda, apesar do crescimento entre 2019 e 2020 (Gráfico 18).

Gráfico 18 - Valor adicionado bruto a preços básicos, participação (%) no total do PIB estadual, 2010-2020



Fonte: Elaborado a partir de Instituto Mauro Borges (2023).

2.2.8.2 A produção mineral no PIB goiano

A atividade de extração mineral em Goiás tem participação pequena na formação do PIB do estado. Sua participação em 2015 era de 0,7%; no ano seguinte caiu para 0,4%; evoluiu para 0,8% em 2018; e novamente entra em queda, chegando em 2020 a 0,6%[10] (Tabela 23).

Nesse mesmo período, teve-se crescimento da participação da agropecuária de 10,4% em 2015 para 14,5% em 2020. Os demais setores apresentaram queda no período, confirmando o fortalecimento da agropecuária na economia do estado.

[10] Por falta de desmembramento dos dados do grupo "indústria de transformação", referente ao PIB do estado. Desse grupo faz parte a indústria de produtos minerais não metálicos e, para se ter uma aproximação de qual seria a participação do setor mineral na economia goiana, utilizou-se por analogia o número de pessoas empregadas, cuja participação relativa é muito próxima da que ocorre no PIB. Enquanto em 2020 a participação da extrativa mineral foi de 0,6% do PIB, o mesmo setor teve participação de 0,53% no total de mão de obra do estado, e o resultado da indústria no PIB foi de 21% contra 17,7% na mão de obra. Diante de tal resultado, tem-se que a participação da indústria de produtos minerais não metálicos em 2020 foi de 0,65% no total da mão de obra estadual. Considerando tais premissas, pode-se inferir que a participação do setor mineral no PIB do estado, em perspectiva conservadora, estava aproximadamente entre 1,5% e 2,0% em 2020.

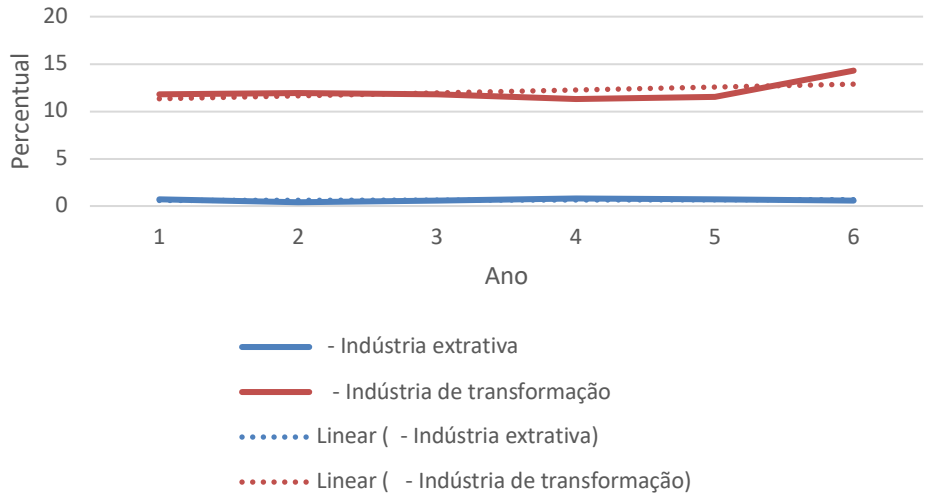
Tabela 23 - Estado de Goiás: participação na estrutura produtiva (%) - 2015-2020

Atividades Econômicas	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Agropecuária	10,4	12,2	11,3	11,4	11,4	14,5
Indústria	24,5	22,9	21,7	20,8	21,2	23,6
- Indústria extrativa	0,7	0,4	0,6	0,8	0,7	0,6
- Indústria de transformação	11,8	11,9	11,8	11,3	11,5	14,3
- Geração e distribuição de eletricidade, gás, água, esgoto e limpeza urbana	4,5	4,2	3,7	3,5	3,6	3,6
- Construção	7,5	6,4	5,5	5,2	5,4	5,1
Serviços	65,1	64,9	67	67,8	67,4	61,9
Valor adicionado	100	100	100	100	100	100

Fonte: Elaborado a partir de Instituto Mauro Borges (2016, 2018, 2019, 2020).

Ao se observar o comportamento da linha de tendência da extrativa mineral e da indústria de transformação na estrutura produtiva estadual, vê-se que, embora a primeira tenha apresentado queda da participação relativa da atividade entre 2015 e 2020, ela apresenta baixa tendência de crescimento. A indústria de transformação apresentou crescimento em sua participação na estrutura produtiva do estado, saindo de 11,8% em 2015 para 14,3% em 2020, bem como tem tendência de crescimento ao longo do tempo pesquisado (Gráfico 19).

Gráfico 19 - Goiás, participação (%) da indústria extrativa e da indústria de transformação na estrutura produtiva



Fonte: Elaborado a partir de Instituto Mauro Borges (2016, 2018, 2019, 2020).

Na esteira da discussão do impacto da mineração, acrescenta-se o efeito da Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM) no PIB estadual e municipal. Segundo a Agência Nacional de Mineração (2023b), o total da arrecadação da CFEM estadual em 2020 foi de R$121.778.893,00 e ela teve participação de 0,06% no PIB do estado. Na esfera municipal, tendo o ano de 2020 como parâmetro, por ser o último com PIB divulgado (Tabela 24), observa-

se que os 15 municípios que mais arrecadaram a CFEM em 2020 foram responsáveis por 91,8% da contribuição no estado e, ainda, por 7,4% do PIB estadual.

Quanto à participação do CFEM no PIB municipal, ela é muito representativa, principalmente em pequenos municípios, como é o caso de: Alto Horizonte com 4,58% (com população estimada em 6.605 habitantes em 2020); Pilar de Goiás com 2,77% (com população estimada em 2.194 em 2020); e Crixás com 2,39% (com população estimada em 17.044 em 2020, segundo Instituto Mauro Borges (2023), (Tabela 24).

Tabela 24 - Goiás, participação de municípios selecionados no valor recolhido da CFEM no estado (%), participação da CFEM no PIB municipal (%) e participação do PIB do município no PIB estadual (%) - 2020

Municípios	CFEM				Participação PIB do Município no PIB estadual (%) (c)
	Total (a)	Participação da CFEM municipal no total estadual (%)	(%) Acumulado	Participação da CFEM no PIB municipal (%) (b)	
Alto Horizonte	39.135.991,00	32,14	32,14	4,98	0,35
Barro Alto	17.537.257,00	14,40	46,54	1,15	0,68
Crixás	15.053.378,00	12,36	58,90	2,39	0,28
Catalão	11.417.887,00	9,38	68,27	0,16	3,24
Ouvidor	11.320.623,00	9,30	77,57	1,9	0,27
Pilar de Goiás	4.418.587,00	3,63	81,20	2,77	0,07
Minaçu	3.588.628,00	2,95	84,15	0,37	0,44
Indiara	3.056.780,00	2,51	86,66	0,73	0,19
Vila Propício	1.799.207,00	1,48	88,13	0,82	0,1
São Luís de Montes Belos	1.060.728,00	0,87	89,00	0,08	0,57
Goiás	722.922,00	0,59	89,60	0,11	0,29
Jandaia	708.137,00	0,58	90,18	0,21	0,15
Cocalzinho de Goiás	704.027,00	0,58	90,76	0,19	0,17
Planaltina	693.298,00	0,57	91,33	0,05	0,57
Guarani de Goiás	579.596,00	0,48	91,80	0,85	0,03
Subtotal	111.797.046,00				
Outros municípios	9.981.847,00	8,20	100,00		
Total	121.778.893,00	100			

Fonte: Agência Nacional de Mineração (2023a).

A participação da CFEM na economia local pode ser observada também pelo impacto na

arrecadação de tributos. Para tanto, levar-se-á em consideração o que estabelece a Lei n. 13.540, de 18/12/2017, que destina ao município 60% do valor arrecadado (Quadro 10). Diante dessa realidade, em pequenos municípios a CFEM tem peso significativo na composição da receita municipal (Tabela 25), como é o caso do município de Alto Horizonte (com 24,7%), de Barro Alto e Ouvidor (em que superou os 12%) e de Crixás (com 11,4%). Considerando os quinze municípios selecionados, a participação média da contribuição foi de 5,5%. Esses são valores importantes para a realização de obras e ações para a melhoria da qualidade de vida e elevação do PIB municipal.

Quadro 10 - Critérios da distribuição da CFEM segundo a Lei n. 13.540, de 18/12/2017

Percentual (%)	Destinação
7	Entidade reguladora do setor de mineração
1	Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT)
1,8	Centro de Tecnologia Mineral (Cetem)
0,2	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama)
15	Distrito Federal e os estados onde ocorre a produção
60	Distrito Federal e os municípios onde ocorre a produção
15	Distrito Federal e os municípios afetados

Fonte: Brasil (2017b).

Tabela 25 - Goiás, municípios selecionados, valor recolhido da CFEM, receita orçada para 2020, participação percentual da CFEM na receita municipal (%) – 2020

continua

Municípios	CFEM		Receita orçada em 2020 (b)	Participação da CFEM no orçamento municipal
	Total (a)	60% da CFEM para o Município		
Alto Horizonte	39.135.991,00	23.481.594,60	95.171.876,14	24,7
Barro Alto	17.537.257,00	10.522.354,20	82.131.011,13	12,8
Crixás	15.053.378,00	9.032.026,80	79.521.817,97	11,4
Catalão	11.417.887,00	6.850.732,20	272.143.343,51	2,5
Ouvidor	11.320.623,00	6.792.373,80	54.494.716,11	12,5
Pilar de Goiás	4.418.587,00	2.651.152,20	39.101.793,21	6,8
Minaçu	3.588.628,00	2.153.176,80	124.634.025,64	1,7
Indiara	3.056.780,00	1.834.068,00	42.175.500,00	4,3
Vila Propício	1.799.207,00	1.079.524,20	24.722.580,12	4,4
São Luís de Montes Belos	1.060.728,00	636.436,80	73.083.500,00	0,9
Goiás	722.922,00	433.753,20	115.180.700,00	0,4
Jandaia	708.137,00	424.882,20	40.000.000,00	1,1

Tabela 25 - Goiás, municípios selecionados, valor recolhido da CFEM, receita orçada para 2020, participação percentual da CFEM na receita municipal (%) – 2020

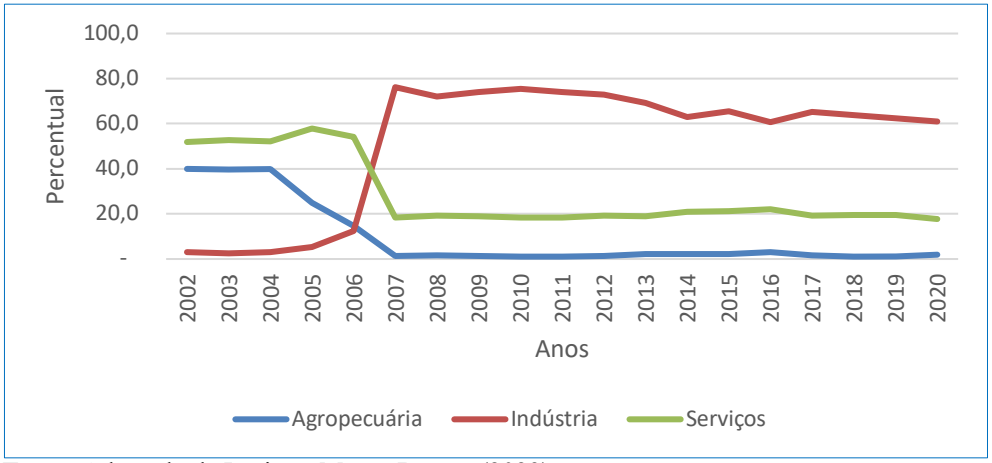
conclusão

Municípios	CFEM		Receita orçada em 2020 (b)	Participação da CFEM no orçamento municipal
	Total (a)	60% da CFEM para o Município		
Cocalzinho de Goiás	704.027,00	422.416,20	52.742.796,88	0,8
Planaltina	693.298,00	415.978,80	91.748.010,00	0,5
Guarani de Goiás	579.596,00	347.757,60	24.477.500,00	1,4
Total	111.797.046,00	67.078.227,60	1.211.329.170,71	5,5

Fonte: (a) Agência Nacional de Mineração (2023); (b) Alto Horizonte (2023); Barro Alto (2023); Catalão (2023); Cocalzinho de Goiás (2023); Crixás (2021); Goiás (2023); Guarani de Goiás (2021); Indiara (2023); Jandaia (2023); Minaçu (2020); Ouvidor (2023); Pilar de Goiás (2023); Planaltina (2021); São Luís de Montes Belos (2023); Vila Propício (2023).

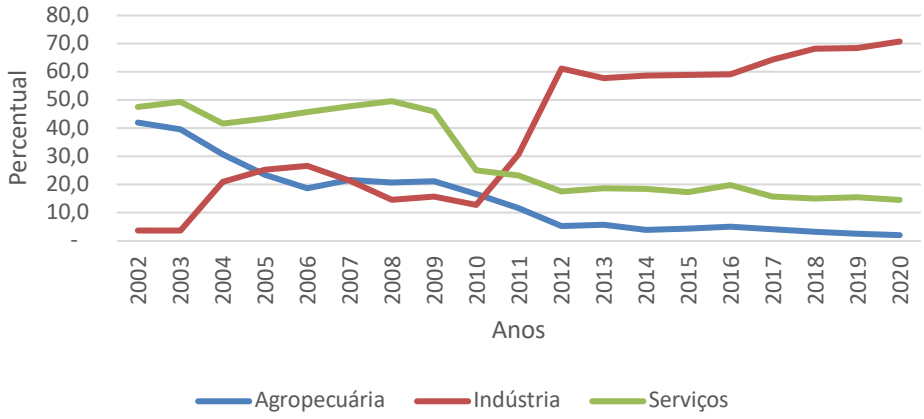
Por outro ponto de vista, o impacto da mineração no PIB municipal pode ser observado na variação do Valor Adicionado Bruto (VAB), do setor industrial, nos exemplos de Alto Horizonte (Gráfico 20), Barro Alto (Gráfico 21), Pilar de Goiás (Gráfico 22) e Minaçu (Gráfico 23). Em Alto Horizonte se tem um crescimento de 12,3% para 76,2% do setor industrial no Valor Adicionado do município de 2006 para 2007 com a implantação da mineração de ouro e cobre. Em Barro Alto a situação se repete, quando, entre 2010 e 2012, com a mineração de ferroníquel, a participação saiu de 12,8% para 61,1%. Outro caso importante é o de Pilar de Goiás com a produção de ouro, que fez a participação do setor industrial subir de 3,9% em 2012 para 52,3% do total do valor adicionado do município em 2015. Em situação contrária está Minaçu, em que os problemas apresentados na produção do amianto fizeram reduzir a participação do setor industrial no VA municipal: de 77,2% em 2002 para 56,2% em 2020.

Gráfico 20 - Alto Horizonte, participação dos setores econômicos no valor adicionado bruto a preços básicos (%)



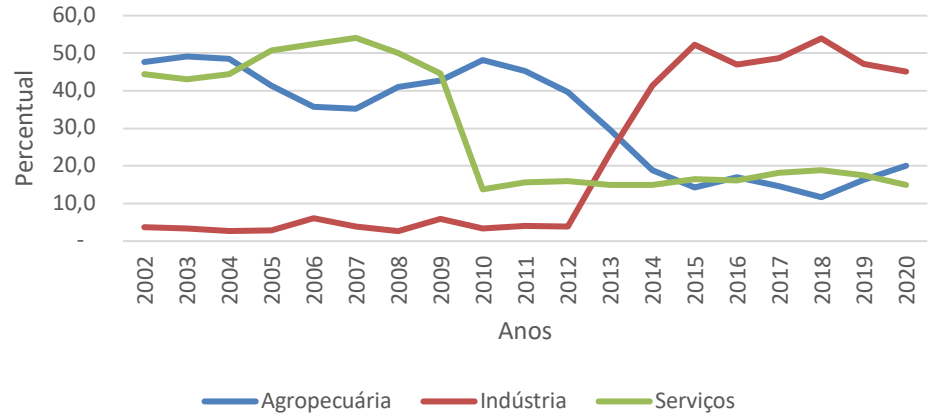
Fonte: Adaptado de Instituto Mauro Borges (2023).

Gráfico 21 - Barro Alto, participação dos setores econômicos no valor adicionado bruto a preços básicos (%)



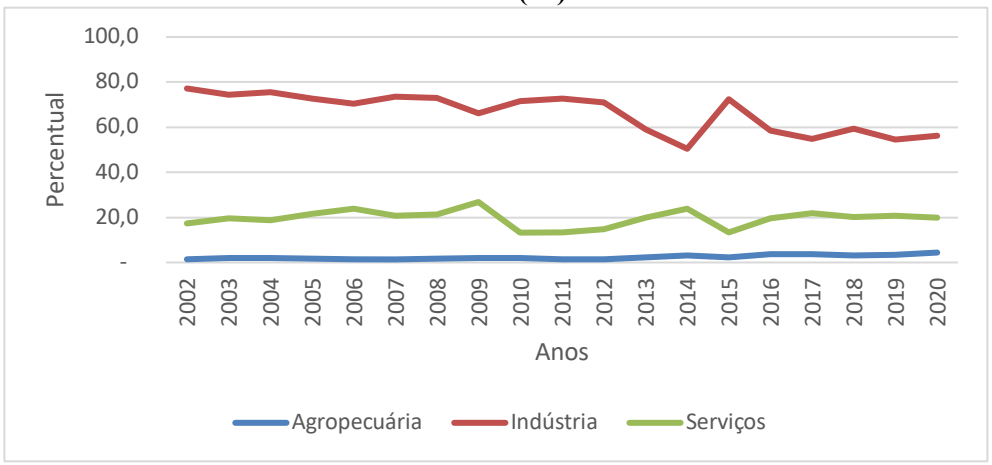
Fonte: Adaptado de Instituto Mauro Borges (2023).

Gráfico 22 - Pilar de Goiás, participação dos setores econômicos no valor adicionado bruto a preços básicos (%)



Fonte: Adaptado de Instituto Mauro Borges (2023).

Gráfico 23 - Minaçu, participação dos setores econômicos no valor adicionado bruto a preços básicos (%)



Fonte: Adaptado de Instituto Mauro Borges (2023).

2.2.8.3 Outras informações da mineração na economia goiana

Extrapolando o âmbito do Produto Interno Bruto, a participação da mineração nos municípios pode ser vista pelo Valor da Transformação Industrial (VTI)[11]. Esse é um importante indicador da atividade industrial para se vislumbrar a participação das empresas no contexto produtivo estadual.

Percebe-se que a participação das indústrias extrativas de minerais metálicos e não metálicos em 2020 foi de 5,5% em relação ao valor VTI total do estado. Enquanto isso, a colaboração das empresas (fabricação de produtos de minerais não-metálicos, metalurgia, fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos, fabricação de máquinas e equipamentos) ligadas à mineração e que estão no grupo das indústrias de transformação foi de 11,6% no mesmo ano. O resultado é uma participação das empresas da ordem de 17,1% do VTI estadual — lembrando que não se trata de PIB, mas tão somente do valor da transformação industrial (Tabela 26).

[11] Valor da transformação industrial – diferença entre o valor bruto da produção industrial e os custos das operações industriais. Valor bruto da produção industrial – soma de vendas de produtos e serviços industriais (receita líquida industrial), variação dos estoques dos produtos acabados e em elaboração, e produção própria realizada para o ativo imobilizado. Custos das operações industriais – custos ligados diretamente à produção industrial, ou seja, é o resultado da soma do consumo de matérias-primas, materiais auxiliares e componentes, da compra de energia elétrica, do consumo de combustíveis e peças e acessórios, e dos serviços industriais e de manutenção e reparação de máquinas e equipamentos ligados à produção, prestados por terceiros (IBGE, 2023a).

Tabela 26 - Goiás, valor da transformação industrial (Mil reais) de empresas industriais com 5 ou mais pessoas ocupadas, segundo as divisões de atividades (CNAE 2.0) - 2010, 2015 e 2020

Descrição	Ano/Total		
	2010	2015	2020
Total do estado de Goiás	18.255.017	29.757.682	44.526.060
Indústrias extrativas			
Extração de minerais metálicos	3,7	3,2	3,7
Extração de minerais não metálicos	x	2,1	1,3
Indústrias de transformação			
Fabricação de produtos de minerais não metálicos	3,6	2,8	2,1
Metalurgia	3,5	3,0	6,5
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	2,3	2,1	2,0
Fabricação de máquinas e equipamentos	2,9	1,5	1,6

Fonte: Adaptado de IBGE (2023a).

2.2.8.4 Observações pertinentes

A extrativa mineral tem pequena participação na economia goiana, porém essa condição se altera com a inclusão das empresas listadas no grupo das indústrias de transformação. Ao incluir a CFEM na análise do PIB, a percepção do impacto da mineração amplia-se principalmente nos pequenos municípios goianos, como o exemplo de Alto Horizonte, com participação da mineração em 24,7% da receita orçada para 2020.

O VTI informa que a mineração na economia é significativa e chega a participar com 17% desse indicador. Porém, há grande dificuldade de se entender com maior grau de certeza a participação da mineração na economia devido à insuficiência de informações estatísticas no Brasil. Apesar de números relativamente baixos do impacto da extrativa mineral no setor mineral (agrupando nele as empresas que estão no grupo das indústrias de transformação), a participação da mineração na economia tende a ser bastante relevante, com destaque para os pequenos municípios, bem como para a formação da receita pública dessas localidades.

Dito isso, para se ter condições melhores para a criação de políticas públicas, além da melhoria das informações, é necessário se compreender que dados isolados como o da extração mineral não explicam a participação da mineração na economia. Afinal, como se observa na formação do VTI, essa atividade tem peso relativamente alto para o setor industrial estadual.

2.2.9 Avaliação do potencial de diversificação da economia dos municípios nos quais a mineração tem uma participação significativa no PIB e que possuem empreendimentos minerários com provisão de encerramento nos próximos 20 anos

A estimativa da vida útil de uma mina depende de inúmeros fatores, dentre os quais se destaca

aqui a tecnologia aplicada na produção, que define, entre outros aspectos: a capacidade de produção e do beneficiamento, a capacidade dos fornecedores de insumos e de absorção do mercado demandante, dos custos de produção, da logística para recebimento de insumos e distribuição dos produtos e obviamente do tamanho do depósito a ser minerado.

Ainda, pode-se acrescentar as inovações aplicadas na explotação e novas pesquisas que têm favorecido o maior período de exploração dos recursos minerais. Diante de tais fatores, trabalha-se neste texto com os exemplos de Minaçu, Mara Rosa e Catalão, para os quais existem temporariamente expectativas de descomissionamento da atividade dentro dos próximos 20 anos (apontados no título deste tópico).

Segundo a Agência Nacional de Mineração (2023), os municípios goianos com maior participação da mineração no PIB são: Alto Horizonte, Barro Alto, Catalão, Ouvidor, Minaçu, Crixás, Indiara, Vila Propício, São Luís de Montes Belos e Cocalzinho de Goiás.

Segundo o Instituto Mauro Borges (2012), os municípios aqui citados podem ser classificados em diferentes tipos: os de economia de elevado porte são aqueles municípios cujo montante do PIB se situa acima da média dos municípios brasileiros, caso de Catalão e Minaçu;já os municípios considerados de porte econômico médio são aqueles cuja produção econômica se encaixa entre a média e a mediana dos municípios brasileiros, sendo eles: Ouvidor, Crixás, Indiara, Vila Propício, São Luís de Montes Belos, Mara Rosa e Cocalzinho de Goiás.

Para a caracterização dos municípios quanto ao dinamismo, foi possível classificar os municípios em: *dinâmicos*, que estão no 1º quartil dos municípios com maior crescimento; *intermediários*, caso dos municípios com crescimento situado entre os dinâmicos e estagnados – 2º e 3º quartis; e *estagnados*, referente aos que estão no 4º quartil dos municípios de menor desempenho). Os municípios classificados em economia de elevado porte não foram caracterizados quanto ao dinamismo.

O único município caracterizado como dinâmico foi Alto Horizonte; como de crescimento estagnado, foram São Luís de Montes Belos e Mara Rosa, e os demais municípios são considerados intermediários. A seguir são apresentadas as estatísticas dos cinco principais municípios e as prováveis potencialidades dos 10 mais importantes.

A – Alto Horizonte

O município tem uma área de 2.595km², está localizado na região norte de Goiás, e conta com 6.072 habitantes. A densidade demográfica é de 12,71 habitantes por km² no território. Os municípios vizinhos são Nova Iguaçu de Goiás, Mara Rosa e Campinorte. Alto Horizonte se situa a 42km ao Norte-Oeste de Uruaçu, a maior cidade nos arredores. A área urbanizada é de 1,54km. O município está situado a 367 metros de altitude. Está a 233km de Brasília e 278km

de Goiânia (IBGE, 2023b).

O PIB a preços correntes em 2020 era de R$ 786.531.000,00, sendo que a maior atividade em valor adicionado bruto é de serviços. O salário médio mensal é de 3,8 salários mínimos. O número de pessoas ocupadas no município é de 40,6%, sendo que 32,2% recebem até meio salário mínimo. O PIB *per capita* é de R$119.081,00. O município conta com duas escolas estaduais, seis municipais e quatro privadas. Das 12 unidades educacionais, quatro estão na zona rural.

Quanto à saúde, Alto Horizonte é servido por um hospital geral e por 10 unidades de saúde entre UBS, posto de saúde e clínicas particulares. O abastecimento de água potável é de 82,3% da população. Todavia, o esgotamento sanitário é de 1,7%. A arborização de vias públicas está presente em 94,8% das vias, mas a urbanização, somente em 0,2%.

Segundo o IMB em 2006, Alto Horizonte possui uma área total para agricultura de 36.831ha, dos quais 30ha para lavoura permanente, 986ha de lavoura temporária, 2.144ha de pastagem natural, 23.079ha para pastagem plantada e 9.804ha de mata natural de cerrado (Instituto Mauro Borges, 2023).

O município, além da mineração, participa do Arranjo Produtivo Local (APL) como apícola do norte por vocação para a apicultura. De 2016 a 2021, houve um acréscimo de 113,33% da produção de mel, saindo de 150kg para 320kg em apenas cinco anos. A produção leiteira também é destaque com uma produção crescente no período de 110%. A produção de leite em 2016 era de 3.000.000 litros e foi para 6.300.000 litros em 2021. O efetivo de vacas leiteiras cresceu 110,5% no mesmo período (2021). O Quadro 1 sintetiza a vocação dos municípios com maior participação no PIB para 2022.

B – Barro Alto

O município tem uma área de 1.080,268km² na região denominada Centro-Goiano e conta com 10.371 habitantes em 2022. A densidade demográfica é de 9,60 habitantes por km². Os vizinhos do município de Barro Alto são: Vila Propício, Goianésia, Uruaçu, Niquelândia e Santa Rita do Novo Destino. A área urbanizada é de 3,12km. O município está situado a 605 metros de altitude e está a 186,5km de Brasília e a 225km de Goiânia (IBGE, 2023b).

O PIB a preços correntes em 2020 era de R$ 1.524.709.000,00, sendo que a maior atividade em Valor Adicionado Bruto é de indústria de transformação. O salário médio mensal é de 3,1 salários mínimos e o quantitativo de pessoas ocupadas no município é de 34,3%, do qual 31,5% recebem até meio salário mínimo. O PIB *per capita* é de R$133.652,60. O município conta com duas escolas estaduais, 12 municipais e uma privada. Das 15 unidades educacionais, duas estão na zona rural.

Quanto à saúde, Barro Alto é servido por um hospital geral e sete unidades de saúde entre UBS, posto de saúde e clínicas particulares. O abastecimento de água potável é de 70,1% da população, mas não constam dados sobre o esgotamento sanitário. A arborização de vias públicas está presente em 76,8% das vias, mas a urbanização, somente em 4,8%.

Segundo o IMB em 2006, Barro Alto possui uma área total para agricultura de 68.132ha. Desses, 1.292ha são para lavoura permanente, 10.272ha para lavoura temporária, 7.820ha de pastagem natural, 31.152ha para pastagem plantada, 13.714ha de mata natural de cerrado e, de mata plantada, há 389ha.

O município, além da mineração, possui vocação para a agricultura. Os produtos de maior evidência são a borracha e a cana-de-açúcar. A área destinada à borracha em 2021 era de 1.820ha e, para cana-de-açúcar, 7.000 ha. A produção, nos últimos dez anos, de 2010 a 2020, cresceu em 56% para a borracha e em 9,5% para a cana-de-açúcar, mantendo-se a mesma área plantada (IBGE, 2023b).

C - Catalão

O município tem uma área de 3.826km², localiza-se na região denominada Sul Goiano e conta com 114.427 habitantes em 2022. A densidade demográfica é de 29,9 habitantes por km² no território do município. São seus vizinhos os municípios de Goiandira, Ouvidor e Divinópolis, e a área urbanizada é de 36,14km. O município está situado a 835 metros de altitude, está a 314,6km de Brasília e a 261km de Goiânia (IBGE, 2023b).

O PIB a preços correntes em 2020 era de R$7.269.176,11, sendo que a maior atividade em Valor Adicionado Bruto é da indústria de transformação. O salário médio mensal é de 2,8 salários mínimos. O percentual de pessoas ocupadas no município é de 25,9%, sendo que 28,9% recebem até meio salário mínimo. O PIB *per capita* é de R$65.498,10. Ademais, o município conta com uma escola federal, 15 escolas estaduais, 30 municipais e 24 privadas. Das 70 unidades educacionais, cinco estão na zona rural. Catalão abriga ainda a Universidade Federal de Catalão.

Quanto à saúde, o município é servido por três hospitais e 496 unidades de saúde entre UBS, posto de saúde e clínicas particulares, policlínicas e centro de imunização. O abastecimento de água potável é de 98% da população, mas o esgotamento sanitário é de 63,2%. A arborização de vias públicas está presente em 78,7% das vias, porém a urbanização, somente em 24%.

Segundo o IMB em 2006, Catalão possui uma área total para agricultura de 266.851ha, dos quais 6.911ha são para lavoura permanente, 66.671 para lavoura temporária, 52.144ha de pastagem natural, 79.196ha para pastagem plantada, 46.944ha de mata natural de cerrado e, de mata plantada, há 9.387ha (Instituto Mauro Borges, 2023).

O município, além da mineração, possui vocação para agropecuária, indústria, turismo rural em grutas, trilhas e montanhas. Por exemplo, na agricultura, a cidade está entre os maiores produtores goianos de abacate (90 t), soja (460.000t) milho (118.800 t), feijão (10.560 t), café (1.000 t) e sorgo (29.000 t) (IBGE, 2023c). Já no campo das indústrias, o destaque fica para o setor de veículos. O município possui fábricas de marcas conhecidas, como Suzuki, Mitsubishi, HPE Automotores e John Deere.

D - Ouvidor

O município tem uma área de 411km² na região denominada Sul Goiano e conta com 7.200 habitantes. A densidade demográfica é de 17,5 habitantes por km² no território do município. Os vizinhos do município de Catalão são Davinópolis e Três Ranchos. A área urbanizada é de 2,31km. O município está situado a 810 metros de altitudem está a 314,6km de Brasília e a 274km de Goiânia (IBGE,2023b).

O PIB a preços correntes em 2020 era de R$7.269.176 mil, sendo que a maior atividade em valor adicionado bruto é de indústria extrativista. O salário médio mensal é de 5,7 salários mínimos. O percentual de pessoas ocupadas no município é de 32,8%, sendo que 32% recebem até meio salário mínimo. O PIB *per capita* é de R$87.996,06. Ademais, o município conta com duas escolas estaduais e uma municipal. Das 3 unidades educacionais, nenhuma está na zona rural.

Quanto à saúde, Ouvidor é servido por 1 hospital e 8 unidades de saúde entre UBS, posto de saúde e clínicas particulares. O abastecimento de água potável é de 86,7% da população, mas o esgotamento sanitário é de 5,2%. A arborização de vias públicas está presente em 63,7% das vias, mas a urbanização, somente em 8,1%.

Segundo o IMB em 2006, Ouvidor possui uma área total para agricultura de 25.588ha, dos quais 122 há são para lavoura permanente, 1.309ha para lavoura temporária, 5.5884ha de pastagem natural, 17.829ha para pastagem plantada e 496ha de mata natural de Cerrado (Instituto Mauro Borges, 2023).

O município, além da mineração, possui vocação para a agricultura, sendo, segundo o IBGE (2021), o 7º produtor de goiaba de Goiás (com 80t) e ainda produz café (com uma produção de 70t).

E - Minaçu

O município tem uma área de 2.854km² na região denominada Norte Goiano e conta com 27.075 habitantes. A densidade demográfica é de 9,5 habitantes por km² no território do município, que tem como vizinhos: Campinaçu, Campinorte, Cavalcante, Colinas do Sul, Montividiu do Norte, Trombas e o estado do Tocantins. A área urbanizada é de 8,1km.

Ademais, o município está situado a 351 metros de altitude, está a 382,3km de Brasília e a 486,7km de Goiânia (IBGE, 2023b).

O PIB a preços correntes em 2020 era de R$982.695 mil, sendo que a maior atividade em Valor Adicionado Bruto é de serviços públicos como: eletricidade, gás, água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação. O salário médio mensal na cidade é de 2,6 salários mínimos, e o percentual de pessoas ocupadas no município é de 11,8%, sendo que 39,9% recebem até meio salário mínimo. O PIB *per capita* é de R$34.129,64. O município conta com 6 escolas estaduais, 6 municipais e 6 privadas. Das 28 unidades educacionais, cinco estão na zona rural.

Quanto à saúde, Minaçu é servida por três hospitais e 27 unidades de saúde entre UBS, posto de saúde e clínicas particulares. O abastecimento de água potável é de 91,6% da população, mas o esgotamento sanitário é de 70,1%. A arborização de vias públicas está presente em 97,9% das vias, mas a urbanização é somente de 16,6% (IBGE, 2023b).

O município, além da mineração, possui vocação para ecoturismo, turismo de aventura, cachoeira, praia, pesca, mirante e esportes náuticos. Estão presentes a Praia do Sol, Cachoeira São Félix, Cachoeira do Prata, Ponte de Pedra (com formações geológicas) e Cachoeira Santa Bárbara. Uma das principais atrações turísticas de Minaçu é o Parque Municipal das Cachoeiras, que possui mais de 30 cachoeiras de diferentes tamanhos e alturas. O parque é um verdadeiro paraíso para os amantes da natureza, oferecendo trilhas para caminhadas ecológicas, área para acampamento e uma estrutura completa para os visitantes. Possui também a Praia do Sol, localizada em uma ilha artificial no Lago Cana Brava, e conta com uma área total de mais de 11 quilômetros quadrados e capacidade para 40 mil pessoas.

Quadro 11 - Potencialidades para os municípios com maior participação no PIB em Goiás - 2022
continua

Município	Potencialidade
Alto Horizonte	Apicultura
Barro Alto	Agricultura: Cana-de-açúcar, borracha (1º)
Catalão	Indústria, agropecuária, turismo rural e conexões têxteis

Quadro 11 - Potencialidades para os municípios com maior participação no PIB em Goiás –2022 conclusão

Município	Potencialidade
Ouvidor	Agricultura: Café e goiaba (7º);
Minaçu	Ecoturismo, turismo de aventura, cachoeira, praia, pesca, mirante e esportes náuticos
Crixás	Pecuária: criação de bovinos, vacas leiteiras, produção de leite, mel e produção de madeira em tora
Indiara	Agricultura; Soja, cana de açúcar, feijão, tomate, abacaxi, laranja e mamão
Vila Propício	Ecoturismo: Aventura, cachoeira, mirante e gruta. Agricultura: Cana-de-açúcar, soja e borracha (3º)
São Luís de Montes Belos	Turismo: Cachoeiras. Agricultura: Mel, arroz (7º), banana e laranja
Mara Rosa	Ecoturismo, sítios arqueológicos e pesca, sede do APL Açafrão de Mara Rosa, apicultura e indústria de laticínios
Cocalzinho de Goiás	Ecoturismo e turismo de aventura, mirante, gruta, turismo rural e parques

Fonte: Cidades selecionadas com base em: Agência Nacional de Mineração interativo (2022c).

2.2.9.1 Observações pertinentes

A dinamização dos municípios goianos que possuem mineração está em expansão, porque, além de sua principal atividade, outras atividades secundárias estão sendo implementadas para que no longo prazo, quando a atividade de mineração estiver em retração, o município possa continuar crescendo e se desenvolvendo.

As atividades secundárias que sustentam o crescimento dos municípios goianos analisados são a agricultura (com 36% dos casos), a pecuária (com 19% dos municípios) e o turismo (com uma contribuição de 45%). Observa-se também que, quanto mais distante das capitais Goiânia e Brasília, o turismo é mais fortemente representativo.

Recomenda-se que, enquanto a mineração for o expoente no município que a abriga, seus governantes possam incentivar as atividades secundárias para promover o desenvolvimento dos municípios. A educação precisa ser priorizada com incentivos principalmente para turismo, hotelaria e gastronomia local. Também precisa ser incentivada a educação para o empreendedorismo na área rural, bem como se desenvolver o APL do mel, do leite e da borracha. Deveriam ser parceiros desses municípios Sebrae, SESC, Senai, UEG, UFG, UFCat, entre outros.

2.2.10 Exportações de minerais

As exportações de minerais de Goiás têm uma concentração em produtos específicos com estabilidade na evolução da sua oferta pelo estado. Além disso, importância do agronegócio na produção do complexo de soja e carnes goiano teve um significativo crescimento. As tendências mundiais de aumento da população e o consumo da China têm elevado as expectativas de que o movimento de elevação de demanda por produtos de origem vegetal e animal se manterá ainda por mais um período de 10 anos. A análise será feita no período de 2014 a agosto de 2022, demonstrando as variações do período e as principais tendências verificadas no setor mineral em Goiás.

Destaca-se que, devido às características da produção mineral quanto à rigidez de ocorrência de determinado mineral em uma localidade, os indicadores de exportações e principais regiões goianas não apresentaram alterações significativas.

Os produtos exportados do setor mineral no período analisado foram ferroligas, sulfeto de cobre, ouro e amianto. Esses produtos representavam, no ano de 2014, um valor total de 1.35 bilhão de dólares. No ano de 2015, houve uma pequena variação negativa desse valor, registrando as exportações um total de 1.1 bilhão de dólares. Ressalta-se que, durante todo o período analisado, a pauta de exportações goianas do setor mineral não apresentou alteração, o que indica uma estabilidade na oferta dos minerais citados anteriormente.

Considera-se que esse fato é um dos pontos que necessitam ser analisados para uma política de mineração, já que as exportações de minérios se dão com produtos com baixo índice de beneficiamento e não agregam valores aos produtos. É exatamente isso o que se constata na Tabela 27, quando se tem aproximadamente 24% exportados pela indústria de transformação de produtos minerais, ao passo que os demais 76% são da extração mineral. O beneficiamento do setor mineral em Goiás seria um fator gerador de emprego e renda para a sociedade goiana. A comercialização de mineral no estado bruto também indica uma dependência do estado de Goiás quanto a tecnologias e investimentos do setor industrial de beneficiamento das extrações realizadas em solo goiano.

Tabela 27 - Goiás, percentual de participação da extrativa mineral e da indústria de transformação mineral - 2020

Produtos	Participação do produto na exportação goiana (%)	Participação % no setor mineral	
		Extrativa mineral	Indústria de transformação mineral
Cobre	35,45	0,29	99,71
Amianto	30,90	-	100,00
Níquel	19,19	99,98	0,02
Vermiculita	4,54	0,05	99,95
Manganês	3,04	0,14	99,86
Nióbio	2,18	100,00	-
Ferro	2,08	100,00	-
Dolomita	1,54	-	100,00
Alumínio	0,87	28,79	71,21
Rochas ornamentais	0,07	61,35	38,65
Metais preciosos (diversos)	0,05	100,00	-
Água mineral	0,03	100,00	-
Fosfato	0,02	100,00	-
Cromo	0,02	100,00	-
Potássio	0,01	100,00	-
Caulim	0,00	0,02	99,98
Magnésio	0,00	-	100,00
Platina	0,00	100,00	-
Rochas e minerais industriais (diversos)	0,00	100,00	-
Ouro	0,00	100,00	-
	100,00	76,02	23,98

Fonte: Agência Nacional de Mineração (2023).

O caráter de extração e de não beneficiamento dos minérios reforça um papel de subordinação aos interesses de capitais nacionais e transnacionais, que optam por uma estratégia de não incentivo a um processo de integração e de industrialização do setor mineral de estados periféricos.

Na Tabela 28, apresentam-se os dados quanto à participação dos produtos exportados por Goiás no ano de 2021. O complexo soja mantém-se no período analisado como o principal setor exportador de Goiás.

Tabela 28 - Principais produtos exportados pelo estado de Goiás no período de 2020 a 2021 em FOB US$

Produto	2020	2021
Complexo Soja	3.295.809.887	4.282.121.384
Carnes	1.556.876.908	1.768.628.001
Açúcar	338.532.690	360.242.009
Complexo mineral[12]	1.554.043.418	1.864.492.826
Complexo milho	715.111.120	237.097.061
Couros e derivados	131.317.761	188.771.855
Algodão	96.768.333	71.646.998
Máquinas, equipamentos e aparelhos elétricos e mecânicos	86.149.873	110.108.189
Total das exportações	7.774.609.990	8.883.108.323

Fonte: Goiás (2022).

O complexo mineral ocupa a segunda posição no ano de 2021 e, durante todo o período analisado, manteve-se entre a segunda e a terceira posição como o setor de maior relevância para a composição das exportações goianas.

A participação do complexo mineral, no ano de 2021, foi de 20.99% no valor total das exportações goianas. Contudo, considerando-se a quantidade líquida exportada (em quilos) em relação ao mesmo indicador comercializado da produção mineral goiana, ela representou 5,87%.

Observa-se que o complexo soja ocupa a primeira posição com uma participação que atinge 48,21% do total exportado, fato que indica a dependência da economia goiana diante dessa cadeia produtiva. Um importante apontamento é que, com o complexo soja, acontece a mesma tendência verificada nas exportações do complexo mineral de baixa agregação dos produtos exportados. No caso do complexo soja, o produto *in natura* representa, no ano de 2021, 34,32% do total do valor exportado, enquanto o óleo de soja apresenta uma participação de apenas 2,73%.

Esse movimento de alta demanda por produtos primários no mercado internacional tem se repetido nas estratégias dos países com elevado crescimento econômico, caso da China e da Índia recentemente. A dependência dos países em desenvolvimento face a esse tipo de mercado internacional tem fortalecido um processo de desindustrialização, o que provoca a tendência de permanência de diversos países apenas como ofertantes de matérias-primas.

O Brasil destaca-se no mercado internacional pelos setores do agronegócio, contudo a análise da pauta da exportação nacional reproduz o mesmo cenário do estado de Goiás. O país é um ofertante de matéria-prima para o mundo, enquanto o seu processo de industrialização fica

[12] Nesse complexo foram somados os valores das exportações de ferroligas, sulfeto de cobre, ouro e amianto.

fragilizado diante das opções pela saída de matéria-prima sem agregação de valor. A reversão desse quadro, tanto no cenário nacional quanto no estadual, passa por uma reestruturação da política industrial e por uma mudança na política tributária brasileira, que tem incentivado a exportação de matérias-primas via desoneração fiscal, conforme a Lei Kandir.

A análise dos principais municípios exportadores goianos indica uma elevada participação dos que têm uma cadeia produtiva do agronegócio consolidada, caso do município de Rio Verde (com os complexos de soja e carnes), e ainda dos municípios com extração mineral, caso de Barro Alto e Alto Horizonte. Na Tabela 29, têm-se os principais municípios exportadores do estado de Goiás para o ano de 2021 com os respectivos valores exportados e sua participação no valor total das exportações goianas.

Tabela 29 - Principais municípios exportadores do estado de Goiás, valores e participação no valor total do ano de 2021

Município	Valor FOB US$	%
Rio Verde	2.027.025.943	21,83
Jataí	624.822.073	6,73
Mozarlândia	544.092.521	5,86
Alto Horizonte	526.952.668	5,68
Barro Alto	507.093.982	5,46
Luziânia	403.523.739	4,35
Palmeiras de Goiás	381.198.495	4,11
Anápolis	323.328.787	3,48
Itumbiara	286.390.225	3,08
Ouvidor	266.726.920	2,87
Catalão	212.022.337	2,28
Cristalina	204.726.522	2,21
Goiânia	179.762.166	1,94
Crixás	149.480.092	1,61
Itaberaí	148.003.742	1,59

Fonte: Goiás (2022).

Observa-se nos dados uma concentração das exportações nas regiões com dotação de reservas minerais na região norte do estado de Goiás e na região sul de Goiás com os municípios de aptidão para o agronegócio moderno, especificamente os ligados aos complexos de soja e carne, conforme já citado anteriormente, e ainda os do complexo canavieiro com a exportação de açúcar, caso do município de Itumbiara.

Quanto ao destino das exportações goianas, observa-se uma estabilidade dos principais mercados demandantes dos produtos goianos. O principal país importador de Goiás é a China, que representou em 2021 um valor de US$3.813.274.591 FOB. Em segundo lugar tem-se a Espanha, com uma importação no valor de US$444.953.926 FOB, e em terceiro lugar, os Estados Unidos, que importaram do estado de Goiás um valor de US$312.290.334 FOB.

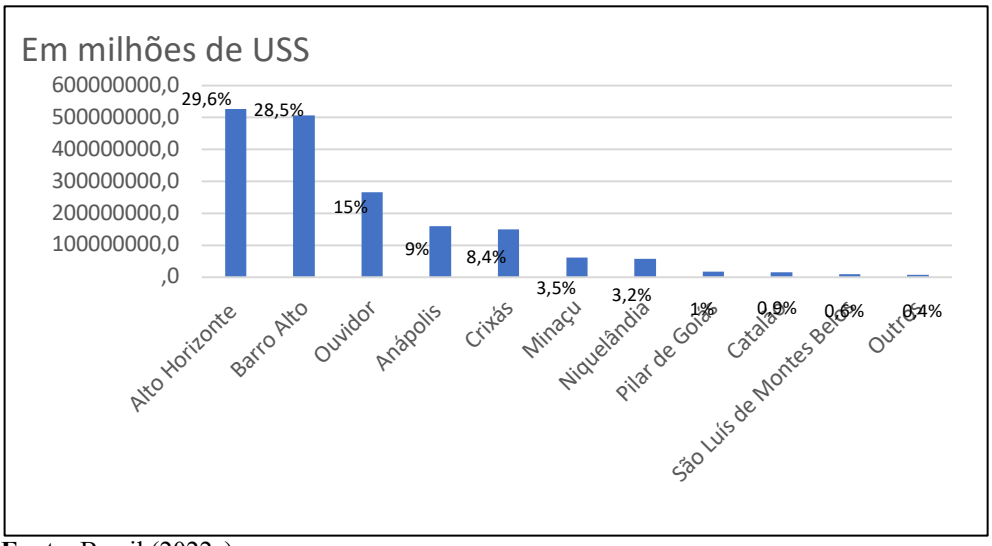
2.2.11 Principais países importadores de produtos minerais de Goiás

No contexto das exportações do complexo mineral[13], três municípios destacam-se por ter exportado 73,1% de todo o valor de exportações no ano de 2021, sendo eles: Alto Horizonte (29,6%), Barro Alto (28,5%) e Ouvidor (15%). Os três exportaram para o exterior USS1,3 bilhão e estabeleceram parcerias comerciais com 24 países (Brasil, 2022a).

Naquele mesmo ano, 26 municípios goianos registraram exportações de minérios. Dez deles representaram 99,6% de todo o valor das exportações (Gráfico 24), incluindo-se os três municípios já destacados. Apesar de a mineração ser uma atividade distribuída e considerando-se os números de títulos ativos no estado, as conexões da planta mineral goiana com o mercado internacional ocorrem por meio de alguns pontos do território estadual. Tais pontos foram dotados de uma densidade técnica capaz não apenas de extrair os recursos naturais, mas também de permitir fluxos comerciais com o exterior por meios de plataformas produtivo-logísticas criadas para atender especificamente ao setor mineral.

A principal região goiana com destaque para essas plantas minerais é a Norte (com os municípios de Alto Horizonte e Minaçu), seguida pela região Centro (com Barro Alto, Anápolis e Pilar de Goiás), pela Sul (com Catalão e Ouvidor) e pela Noroeste (com o município de Crixás). Os minerais metálicos são os principais produtos de exportação, com destaque para o minério de cobre e seus concentrados, ferroligas (níquel e nióbio) e ouro. Os minérios não metálicos de destaque para as exportações são o amianto e a vermiculita.

Gráfico 24 - Participação dos municípios goianos nas exportações do complexo mineral - 2021



Fonte: Brasil (2022a).

[13] Para o cálculo de análise da participação na exportação de minerais, utilizaram-se as seguintes seções da Tabela do Sistema Harmonizado: V – Produtos minerais; XIII - Obras de pedra, gesso, cimento, amianto, mica ou de matérias semelhantes; produtos cerâmicos; vidro e suas obras; XIV - Pérolas naturais ou cultivadas, pedras preciosas ou semipreciosas e semelhantes, metais preciosos, metais folheados ou chapeados de metais preciosos, e suas obras; bijuteria; moedas; XV – Metais comuns e suas obras.

Alto Horizonte é a principal plataforma de produção e exportação de minérios de Goiás. No ano de 2021, exportou um total de US$526,9 milhões (29,6% do valor estadual). O minério de cobre e seus concentrados foram seu produto de exportação, que foi comercializado com cinco países: Espanha (47,4%), Alemanha (28,5%), Suécia (14,5%), Finlândia (5%) e Bulgária (4,6%).

Barro Alto ocupou a segunda posição, exportando US$507 milhões, com uma participação de 28,5% do valor estadual em 2021. Seu produto são ferroligas, dada a extração de níquel em seu território. O município registrou exportações para 21 países. A China consumiu 17,8% das exportações de Barro Alto, seguida por Coreia do Sul (16,1%), Estados Unidos (13,8%), Bélgica (10,6%), Espanha (10,5%), África do Sul (9,3%) e Reino Unido (9,1%).

Já Ouvidor representou 15% do valor das exportações do complexo mineral de Goiás em 2021. Foram US$ 266,7 milhões, sendo ferroligas produzidas com a extração do níquel, seu principal produto e comercializado com 16 países: China (36%), Holanda (21,4%), Singapura (12,5%), Estados Unidos (7,9%) e Suíça (7%) foram os principais. O níquel ainda foi exportado como ferroliga através de Niquelândia, que exportou US$56,6 milhões para nove países, com destaque para a Espanha (33%), Estados Unidos (29,5%) e China (18,7%).

Anápolis aparece entre os municípios com relevância na exportação de minérios em Goiás na quarta posição. Apesar de não ser um importante extrator de minérios, Anápolis exportou US$159,4 milhões[14] em 2021, representando 9% do valor de exportações de minérios. Seu principal produto exportado foi o ouro, que atingiu a cifra de US$153,3 milhões — e isso representou 96,2% do valor de minérios exportados. O ouro foi comercializado com três países: Emirados Árabes (60,4%), Itália (31,3%) e Turquia (8,3%).

Desse modo, Anápolis, no contexto da mineração, contribui com a exportação, sobretudo, do ouro vindo de outras regiões de Goiás[15], em função da estrutura logística de seu território com a instalação de uma plataforma multimodal de transportes, a qual integra os sistemas rodoviários, ferroviários e aéreos.

O ouro ainda foi exportado através de outros dois municípios. Crixás, que assume a quinta posição entre os principais municípios exportadores de produtos do completo mineral em Goiás, exportou U$149,4 milhões em ouro no ano de 2021, representando 8,4% do valor mineral

[14] Comparando com os dados da Tabela 2, destaca-se que apenas o complexo mineral participou com 49,3% do valor de exportações de Anápolis.

[15] Tendo como referência a distribuição espacial da produção do ouro no estado, acredita-se que o município fornece apoio para a exportação de ouro extraído na região do Vale do Rio Crixás (Cardoso Júnior, 2017), sobretudo aos municípios de Pilar de Goiás e Guarinos. Todavia, ressalta-se a necessidade de uma pesquisa mais detalhada para identificar as origens da extração desse minério, que estabelece fluxos de comercialização através de Anápolis.

estadual em exportação daquele ano. O ouro foi comercializado com dois países: Reino Unido (98%) e África do Sul (2%). Já Pilar de Goiás participou apenas com 1% das exportações de minérios, sendo também o ouro o seu produto de exportação, comercializado no valor de US$17,1 milhões apenas com o Canadá.

Minaçu é o principal município que se destaca na exportação mineral em Goiás e comercializa um minério não metálico. Participou com 3,5% exportando o amianto, que atingiu US$61,4 milhões no ano de 2021. Comercializou-o com sete países, a maioria do continente asiático. Apenas a Índia consumiu 93,15% das exportações de amianto de Minaçu. Ademais, São Luís de Montes Belos ocupou a décima posição com 0,6% das exportações, também com minérios não metálicos, destacando-se a vermiculita. Os Estados Unidos absorveram 63,15% de suas exportações do complexo mineral, que em 2021 totalizaram US$9,8 milhões.

Por fim, destaca-se o município de Catalão. Apesar de ser um importante produtor de minérios, Catalão não apresentou a mesma expressividade nas exportações do complexo mineral, exportando apenas US$15,6 milhões em 2021 ou 0,9% do total de Goiás. Dentre os municípios destacados, observa-se que Catalão possui um parque industrial capaz de exportar minérios com certo grau de beneficiamento, e não apenas em estado bruto, o que agrega valor ao produto. Entre seus principais produtos estão os metais comuns e suas obras, com destaque para o ferro e o aço fundidos.

Quando observado seu total de exportações (Tabela 28), o complexo mineral representou apenas 7,6% das exportações do município. Em razão de seu polo mínero-químico consolidado, Catalão beneficia grande parte do fosfato extraído em seu município, fora possuir relevância na exportação de fertilizantes. A capacidade industrial de Catalão explica o peso dos produtos industrializados em detrimento dos produtos do complexo mineral em sua plataforma de exportações.

Analisando a participação dos países na absorção das exportações do complexo mineral de Goiás no ano de 2021, um grupo de dez países (Gráfico 25) contribuiu com 77,6% de todo o valor exportado, consumindo quase US$1,4 bilhão em minérios goianos. Sobressai-se a Espanha como principal parceira comercial, que sozinha importou 323 milhões de dólares em minérios de Goiás, sendo o principal importador do cobre extraído no estado naquele ano de 2021 (47,4%).

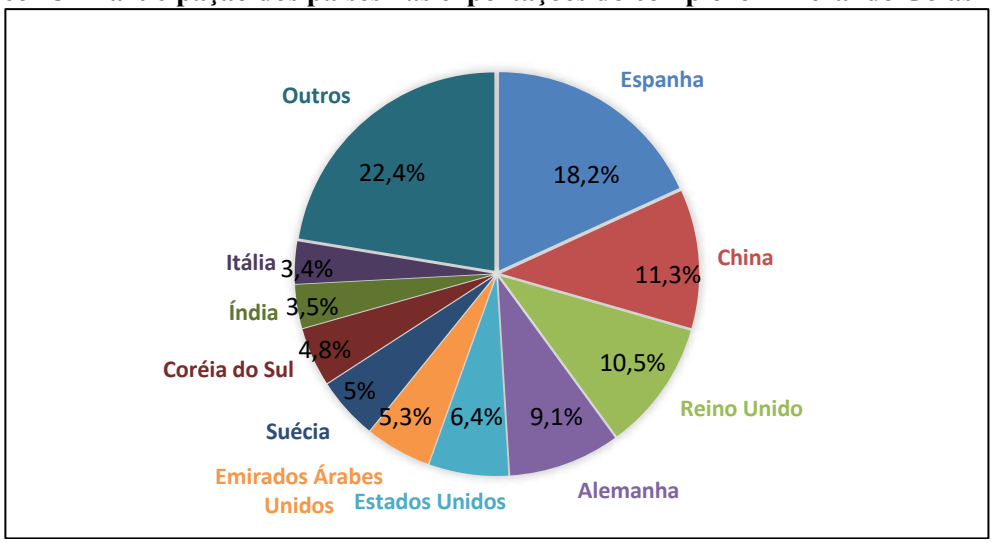
A China também teve expressividade nas importações dos minérios goianos, no mesmo ano, o país comprou US$200 milhões (11,3%) em produtos minerais de Goiás, sendo o níquel o principal produto importado. Por consequência, a China manteve relações comerciais com Barro Alto, Ouvidor e Niquelândia. O Reino Unido foi o principal importador de ouro do

estado, com o qual foram comercializados US$187 milhões em minérios no ano de 2021. Desse valor, foram US$146 milhões apenas em ouro importado de Crixás.

Outros dois países destacam-se na importação de ouro: Emirados Árabes (que importaram US$94,8 milhões em 2021, dos quais 60,4% (US$92,5 milhões) em ouro) e Itália (que importou US$61,1 milhões, sendo 83,7% em ouro ou US$51,1 milhões). Ambos os países realizaram suas importações através de Anápolis.

A Alemanha consumiu 9,1% das exportações de minérios de Goiás e importou principalmente o cobre. Dos US$161 milhões em importações de minérios, em torno de US$150 milhões correspondem à importação de ouro do município de Crixás.

Gráfico 25 - Participação dos países nas exportações do complexo mineral de Goiás - 2021



Fonte: Brasil (2022a).

Já os Estados Unidos destacaram-se com US$114 milhões em importações da pauta de minérios goianos. Desse total, 94,2% (US$107,3 milhões) correspondem à importação de nióbio de três municípios do estado: Barro Alto, Ouvidor e Niquelândia. O país ainda teve relevância na importação de vermiculita extraída em São Luís de Montes Belos com US$6,2 milhões.

A Coreia do Sul também se destaca com 4,8% entre os parceiros comerciais: o país importou US$84,4 milhões, dos quais 96,3% apenas em níquel de Barro Alto (US$81,7 milhões) e outros 3,7% (US$2,7 milhões) em nióbio de Ouvidor. Por fim, a Índia destaca-se com 3,5% no valor das exportações dos minérios, importando US$62,9 milhões, dos quais US$57,2 milhões (91%) apenas em amianto.

Destaca-se, desse modo, que a pauta de produtos minerais em Goiás é estratégica no circuito comercial internacional. O setor tem se expandido e consolidado nas últimas décadas, por isso abastece a demanda internacional com minérios metálicos importantes como o cobre, ouro, níquel e nióbio, além do amianto.

A mineração, do ponto de vista econômico, é estratégica para a economia goiana e do Brasil. O setor ocupa a segunda posição na pauta de exportações do estado, pelo que é importante para a manutenção da balança comercial positiva em Goiás.

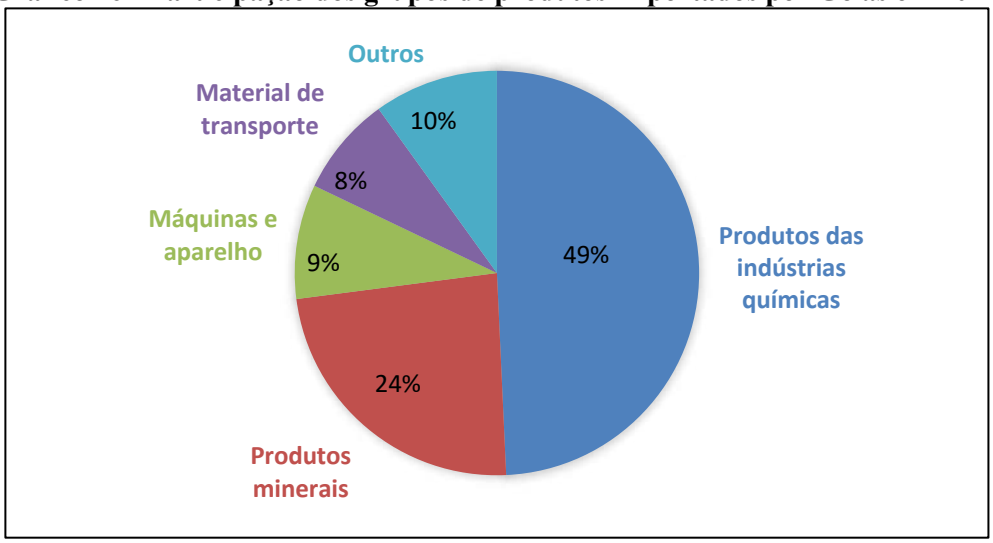
2.2.12 Importações minerais

Ao contrário das exportações, o estado de Goiás não é considerado um grande importador de produtos minerais. Destacam-se nas importações produtos energéticos (como a energia elétrica), combustíveis minerais (importados por municípios com relevância na extração de

minérios, como Barro Alto e Catalão) e enxofre e fosfato (estes importados para utilização como matéria-prima no polo mínero-químico de Catalão sobretudo).

Em 2021 foram importados US$5.623 bilhões pelo estado (Gráfico 26). Os produtos minerais representaram US$1.331 bilhão (Brasil, 2022a), atrás apenas de produtos da indústria química, que participou com 49% do total, e à frente de máquinas e outros aparelhos (9%) e materiais de transporte (8%).

Gráfico 26 - Participação dos grupos de produtos importados por Goiás em 2021



Fonte: Brasil (2022a).

Comparado com as exportações do complexo mineral, o estado teve um saldo positivo de US$533 milhões. Entretanto, cabe ressaltar que US$1.262 bilhão se refere à importação de energia elétrica de países sul-americanos, como Argentina e Uruguai. Desconsiderando-se esse produto, Goiás importou US$69 milhões de minérios ou seus derivados, contra uma exportação de US$691.864 bilhões em 2021, fator que enfatiza ainda mais a participação do complexo mineral para a manutenção da balança comercial estadual.

Além da energia elétrica, o estado importou os seguinte produtos minerais: enxofres; carvão e derivados; fosfatos; boratos naturais e seu concentrados; resíduos de óleos e minerais betuminosos; petróleo e outros minerais betuminosos; carbonatos de magnésio natural, magnésia fundida e calcinada; mármores, granitos e pedras calcárias; sal e cloreto de sódio puro; vaselina, parafina, cera de petróleo e outras ceras; grafite natural; pedra-pomes; esmeril; corindo natural, granada natural e outros abrasivos naturais, mesmo tratados termicamente; farinhas siliciosas fósseis e outras terras siliciosas análogas. Os produtos minerais foram importados por 12 municípios goianos (Tabela 30). Destacou-se Cachoeira Dourada em razão da importação da energia elétrica.

Tabela 30 - Valor de importações de produtos minerais por município em Goiás no ano de 2021

Município	Valor (US$)
Cachoeira Dourada	1.262.037.850
Catalão	37.564.599
Barro Alto	27.682.464
Anápolis	780.454
Goiânia	737.843
Senador Canedo	707.022
Cezarina	698.264
Formosa	642.880
Itumbiara	148.983
Aparecida de Goiânia	130.739
Bom Jesus de Goiás	112.096
Jataí	103.599
Rio Verde	50.547
Total	1.331.397.340

Fonte: Brasil (2022a).

2.2.13 Principais países exportadores de produtos minerais para Goiás

Do US$1.262 bilhão importado, 79% vieram da Argentina e os outros 21%, do Uruguai. Em seguida veio o município de Catalão com US$37.5 milhões. Ele importou produtos como enxofres, fosfatos e boratos naturais e seus concentrados, estabelecendo relações de importação com 10 países diferentes, destacando-se o Cazaquistão (que participou com 58% das importações do município) a Arábia Saudita (com 16%) e o Canadá (com 10%).

Com US$27.6 milhões importados em combustíveis minerais da Colômbia, o município de Barro Alto ocupou a 3ª posição entre os municípios goianos que registraram importações de produtos minerais em 2021.

Ao todo foram importados produtos minerais de 22 países no ano de 2021 (Tabela 31). Destoaram as importações da Argentina e do Uruguai em razão da compra de energia elétrica. Em seguida vieram países como: Colômbia, com 2,08% de importações em razão da importação de combustíveis minerais; Cazaquistão, com 1,63%; Arábia Saudita, com 0,46%; e Canadá, com 0,27% das importações. Todos tiveram o enxofre como principal produto exportado para Goiás.

Tabela 31 - Valor de importações de produtos minerais por país em Goiás no ano de 2021

País	Valor (US$)	Participação (%)
Argentina	1.063.031.344	79,84
Uruguai	200.205.057	15,04
Colômbia	27.682.464	2,08
Cazaquistão	21.642.418	1,63
Arábia Saudita	6.145.666	0,46
Canadá	3.609.238	0,27
Turcomenistão	2.733.385	0,21
Marrocos	2.125.401	0,16
Estados Unidos	1.575.136	0,12
Bolívia	682.306	0,05
Alemanha	492.164	0,04
Emirados Árabes Unidos	480.076	0,04
Turquia	401.078	0,03
Omã	208.307	0,02
China	201.041	0,02
Itália	114.986	0,01
Nova Zelândia	41.416	0,00
Chile	16.107	0,00
Israel	9.361	0,00
Japão	363	0,00
França	16	0,00
México	10	0,00
Total	1.331.397.340	100

Fonte: Brasil (2022a).

2.2.14 Considerações gerais

O Estado de Goiás é o terceiro maior produtor de minérios do Brasil, depois de Minas Gerais e Pará, segundo o Valor da Produção Mineral. Em 2021, ele registrou pouco mais de R$11,4 bilhões em valor de produção, o que representou 3,4% da produção nacional e 48,2% do Centro-Oeste. A produção é concentrada em dez municípios que respondem por 85,5% da produção e, desses municípios, em três se têm 40% do total. O principal polo produtor é a mesorregião Norte do estado.

A relevância da produção mineral, tendo em conta a extrativa mineral, é relativamente pequena se observada pelo prisma do Produto Interno Bruto (PIB): chegou a 0,6% deste em 2020. Contudo, por falta de informações estatísticas, fez-se uma inferência com outros dados e se pode sugerir que a participação do setor mineral não é superior a 2%. Porém, o setor é suporte

importante para cadeias produtivas, como a agropecuária e a construção civil, o que o torna imprescindível para a economia goiana. É importante relembrar o impacto que ele causa em pequenos municípios no Produto Interno Bruto (PIB), na receita com a inclusão da Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM) e na geração de empregos. Como resultado, municípios que possuem mineração têm apresentado expansão do parque produtivo, pois outras atividades estão sendo implementadas e elas reforçam o tecido socioeconômico na promoção do desenvolvimento.

Apesar dessa constatação do desenvolvimento proporcionado pelo setor mineral, percebe-se que há uma realidade antagônica nas regiões. Ao mesmo tempo que são produzidas muitas riquezas, facilmente evidenciadas em variáveis econômicas, a realidade social e ambiental em pouco se alterou e, em alguns casos, até mesmo se agravou. É uma situação que, apesar de algumas ações em busca da resolução dos problemas, ainda necessita de muita atenção de autoridades e empresas, para impactos ambientais como desmatamento, poluição hídrica, poluição sonora, subsidências do terreno, assoreamento de rios, impactos visuais, paisagísticos e sobre fauna e flora.

Outro tema caro para a mineração é a mão de obra, dado que, devido à localização das minas e do beneficiamento do minério, existem dificuldades para se atender a planta produtiva com trabalhadores em quantidade e conhecimento necessários para a atividade.

As principais características das pessoas ativas na atividade são que essas são relativamente novas, estando a maioria nas faixas etárias de 18 a 39 anos. Os homens são majoritários, superando a média de 88% dos trabalhadores. A escolaridade predominante é a de nível médio, superando os 50%, sendo que aqueles com nível superior chegam a 11% do total — e estes estão alocados nas grandes empresas. Vale destacar que a atividade extrativa mineral é a segunda que melhor remunera em média no estado, ficando atrás somente do setor público. Além do mais, o trabalhador da mineração aposenta-se em menor tempo que a grande maioria de outras áreas.

Quanto à infraestrutura de transporte, o setor emprega o modal rodoviário para escoamento de sua produção. Para empresas e instituições que atuam no setor mineral, as principais dificuldades nisso são o excesso de tráfego nas rodovias, os prejuízos ambientais, o sobrepeso nos caminhões (que danifica as estradas), as altas tarifas de pedágio, os riscos de acidentes etc. Em contrapartida, ainda é pequena a disponibilização da malha ferroviária.

No estado, a geração de energia elétrica não é suficiente para atender à demanda, fato que exige a compra de outras regiões. Tal situação necessita de atenção para melhoria e modernização das instalações disponíveis e para expansão da rede de distribuição, afinal existem graves problemas que colocam o estado entre os últimos no cenário nacional de qualidade de serviços

de entrega do bem energia elétrica.

Outro aspecto imprescindível para o setor é uma agenda para a geração de pesquisa, desenvolvimento e inovação com vistas a alavancar os ganhos para toda a cadeia produtiva. Para tanto, a união da sociedade organizada, das empresas produtoras, das universidades, das sociedades e instituições de fomento e governo será fundamental para que o setor possa garantir o desenvolvimento sustentável. A relevância e a necessidade dessa agenda ligam-se às empresas de micro e pequeno porte do estado, que, além de estarem em maior número, estão espalhadas por todo o estado, principalmente em municípios com poucos habitantes, e não são portadoras de condições financeiras para sustentar atividades de pesquisa e implementação de inovações. Esse quadro as compromete na consecução da sustentabilidade exigida pelo mercado e pelo governo, o que merece acompanhamento especial de autoridades e gestores públicos.

Esses fatos todos necessitam ser analisados para a criação de políticas de mineração, pois uma das consequências da falta delas é que as exportações de minérios se dão com produtos com baixo índice de beneficiamento. Por conseguinte, não agregam valores aos produtos, isso quando se tem aproximadamente 24% exportados pela indústria de transformação de produtos minerais e os demais 76% provenientes da extração mineral. Em suma, o beneficiamento e a transformação do bem mineral em Goiás gerará emprego e renda para a sociedade goiana. Outro aspecto positivo será a melhoria da participação do complexo mineral nas exportações, que, no ano de 2021, foi de 20.99% no valor total das exportações goianas.

Por fim, o setor mineral tem apresentado uma dinâmica que necessita ser melhor compreendida pelos gestores públicos. Especificamente, importa focar nas demandas em pesquisa, treinamento de mão de obra, infraestrutura e incentivos voltados à consolidação e à implementação de novos modelos para as micro e pequenas empresas, que são consideradas os alicerces para a economia dos pequenos municípios.

2.3 Cenários e condicionantes futuros: impactos direitos na produção mineral

2.3.1 Avaliação das perspectivas de demandas de mercado: tendências na produção mineral e seus reflexos na economia do estado

O setor mineral brasileiro faturou R$53,9 bilhões no terceiro trimestre de 2023, R$65,3 bilhões no segundo trimestre e R$75,8 bilhões no terceiro trimestre de 2022 — evidência de que houve uma queda de faturamento no período (Tabela 32). Assumindo o faturamento anual dos últimos cinco anos, de acordo com o Instituto Brasileiro de Mineração (2023b), em 2018 o faturamento foi de R$110,23 bilhões; em 2019 foi de R$153,46 bilhões; em 2020 foi de R$209,60 bilhões; em 2021 chegou-se ao ápice com um faturamento anual de R$339,15 bilhões para, em 2022,

haver um faturamento total de R$250,80 bilhões.

Os dados evidenciam que no Brasil, o faturamento do setor mineral teve seu ponto alto no auge da pandemia da covid-19, seguido de queda em 2022, porém o valor faturado ainda foi maior que nos períodos pré-pandemia. Quando se analisa o faturamento por trimestre nos últimos três anos, é possível identificar que, a partir do primeiro trimestre de 2022, houve certa estabilidade nos valores faturados no setor no cenário nacional.

Tabela 32 - Variação do faturamento do setor mineral

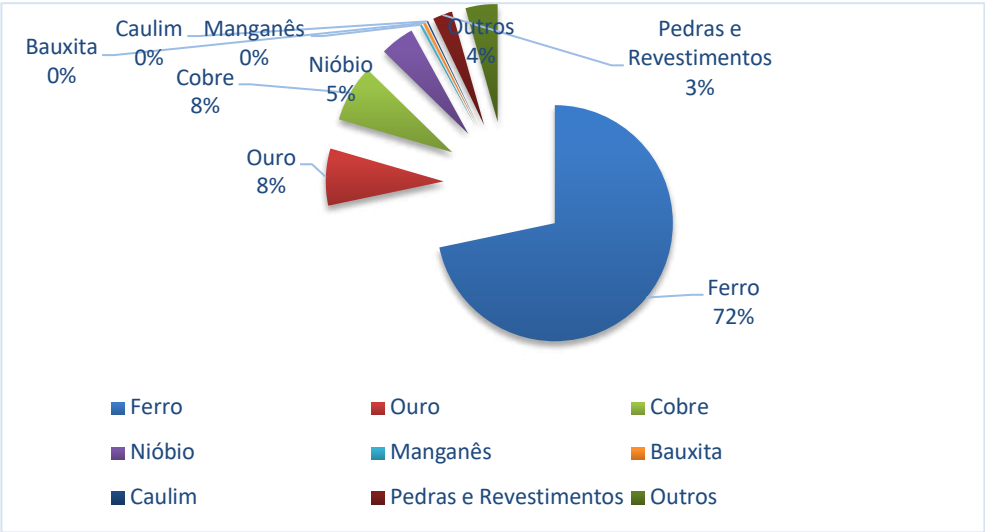
Período/Trimestre	Valor em Bilhões R$	Var. %
1T20	36,04	
2T20	39,22	8,8
3T20	50,71	29,3
4T20	83,10	63,9
1T21	70,27	-15,4
2T21	78,68	12
3T21	108,73	38,2
4T21	81,45	-25,1
1T22	56,22	-31
2T22	56,97	1,3
3T22	75,77	33
4T22	61,04	-19,4
1T23	54,59	-10,6
2T23	65,30	19,6
3T23	53,90	-17,5

Fonte: Instituto Brasileiro de Mineração (2023b)

No terceiro trimestre de 2022, o Brasil exportou um total de 11,62 bilhões de dólares em produtos minerais e, no terceiro trimestre de 2023, esse valor foi de 11,09 bilhões de dólares, sinalizando uma queda das exportações no comparativo dos dois períodos.

Os principais minerais exportados pelo Brasil são: ferro, ouro, cobre, nióbio, pedras e revestimentos, manganês, bauxita e outros. Deles, o ferro correspondeu a 71,7% das exportações no terceiro trimestre de 2023; na sequência vieram o ouro com 7,8%, o cobre com 7,8% e o nióbio com 4,7% (Gráfico 27).

Gráfico 27 - Brasil, exportações – participações por substâncias, terceiro trimestre de 2023



Fonte: Instituto Brasileiro de Mineração (2023).

Considerando que a manutenção e a expansão do mercado mineral brasileiro dependem dos investimentos no setor mineral, especialmente no que se refere às novas tecnologias disponíveis para tornar a produção mineral mais ágil e eficiente, o Instituto Brasileiro de Mineração (2023b) apresenta previsão de investimentos no setor mineral, de 2023 até 2027, de 50,04 bilhões de dólares. Tamanhos investimentos têm como objetivo expandir a área minerada, cobrir a exploração de novas minas e fornecer melhorias tecnológicas para a produção e o beneficiamento minerais. Os principais investimentos previstos no período de 2023 a 2027 (Tabela 33), de acordo com o Instituto Brasileiro de Mineração (2023a), estão concentrados no minério de ferro, em fertilizantes e em bauxita, porém tendo em conta aspectos socioambientais.

Tabela 33 - Brasil, principais investimentos previstos (2023-2027), variação e participação percentual

continua

Discriminação	Valores em milhões (US$)		Variação (%)	Participação (%)
	2022-2026	2023-2027		
1) Minério de ferro	13.598,00	16.921,90	24	34
2) Socioambientais	4.235,25	6.559,00	55	13
3) Fertilizantes	5.750,00	5.222,00	-9	10
4) Bauxita	5.568,44	4.962,00	-11	10
5) Cobre	1.258,77	4.474,30	255	9
6) Logística	2.936,99	4.448,12	51	9
7) Ouro	2.916,00	2.847,00	-2	6
8) Níquel	1.463,81	2.338,00	60	5
9) Manganês	223,64	225,00	1	0

Tabela 33 -Brasil, principais investimentos previstos (2023-2027), variação e participação

percentual

conclusão

Discriminação	Valores em milhões (US$)		Variação (%)	Participação (%)
	2022-2026	2023-2027		
10) Zinco	238,00	113,00	-53	0
Outras substâncias	2.238,47	1.933,00	-14	4
Total	40.427,38	50.043,33	24	100

Fonte: Instituto Brasileiro de Mineração (2023a).

A alocação desses investimentos previstos por estados no Brasil, excluindo os investimentos socioambientais, está concentrada em três localidades (IBRAM, 2023): Pará, com 13,97 bilhões de dólares, correspondendo à 32,1%; depois Minas Gerais, com 11,43 bilhões de dólares (26,3%), e Bahia, com 10,42 bilhões de dólares (23,6%), que somam 82% do total. Goiás ficou em sexto lugar com apenas 993 milhões de dólares (2,3%), atrás do Amazonas (5,8%) e de Sergipe (2,4%):

Observa-se que as previsões de investimentos no setor mineral goiano, que é o terceiro maior em Valor da Produção Mineral do Brasil, poderão levá-lo a perder espaço no mercado mineral brasileiro e provavelmente mundial. Essas previsões revertem expectativas de que o estado venha a ter mais importância no papel de produtor de minerais para a transição energética. Tais previsões podem ainda inibir a participação de Goiás na produção de minerais que têm grande variedade de aplicações em diversas indústrias de matérias-primas e essenciais para o desenvolvimento econômico e tecnológico (Quadro 12).

Quadro 12 - Usos possíveis dos principais minérios produzidos em Goiás

continua

Mineral	**Uso**
Alumínio	- Fundamental na produção de ligas leves, usadas em aeronaves, veículos automotores e embalagens; - Amplamente utilizado na construção civil e em utensílios domésticos.
Calcário	- Base para a produção de cimento na construção civil; - Utilizado na correção do solo na agricultura.
Cobre	- Usado principalmente na fabricação de fios e cabos elétricos devido à sua alta condutividade elétrica; - Presente em ligas metálicas, como o bronze e o latão.
Manganês	- Importante na produção de aço e ferroligas; - Adicionado a pilhas secas e baterias.
Nióbio	- Utilizado em ligas de aço de alta resistência. - Importante para a indústria aeroespacial e nuclear.
Níquel	- Amplamente utilizado em ligas metálicas, especialmente aço inoxidável; - Componente em baterias recarregáveis.

Quadro 12 - Usos possíveis dos principais minérios produzidos em Goiás

conclusão

Mineral	Uso
Ouro	- Principalmente usado em joias e objetos de valor. - Empregado em eletrônicos de alta tecnologia devido à sua excelente condutividade elétrica e resistência à corrosão.
Terras raras	- Essenciais em tecnologias de alta tecnologia, como ímãs de neodímio para turbinas eólicas, motores elétricos e dispositivos eletrônicos; - Componentes-chave em catalisadores, *lasers* e equipamentos médicos.

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados e informações da pesquisa (2023).

De acordo com a *International Energy Agency* (2023a), um sistema energético alimentado por tecnologias de energia limpa difere profundamente de um alimentado por recursos tradicionais de hidrocarbonetos. Minerais críticos como cobre, lítio, níquel, cobalto e elementos de terras raras são componentes essenciais em muitas das tecnologias de energia limpa em rápido crescimento hoje – de turbinas eólicas e redes de eletricidade a veículos elétricos. A demanda por esses minerais está crescendo rapidamente à medida que as transições de energia limpa ganham ritmo.

A *International Energy Agency* (2023b) ressalta que usinas solares fotovoltaicas, parques eólicos e veículos elétricos geralmente exigem mais minerais críticos para a sua construção do que suas contrapartes baseadas em combustíveis fósseis; um carro elétrico requer seis vezes mais desses insumos minerais do que um carro convencional; e uma usina eólica requer 13 vezes mais deles do que uma usina a gás de tamanho semelhante. Desde 2010, a quantidade média de recursos minerais necessários para uma nova unidade de capacidade de geração de energia aumentou 50%, à medida que a participação das energias renováveis em novos investimentos aumentou.

O Brasil (*International Energy Agency*, 2023c) detém cerca de um quinto das reservas globais de grafite, níquel, manganês e elementos de terras raras, porém os produz pequenas quantidades. Se o estado de Goiás é o único com capacidade de produção de terras raras e dada a importância desses minerais para as novas tecnologias, o dado acima traz perspectiva positiva quanto à demanda desse minério para Goiás. Ou seja, os investimentos e o aumento da produção poderão levar o estado de Goiás a ser um dos grandes ofertantes desses minérios em nível mundial, contando com mercado certo e diante do novo cenário de transformação e substituição da matriz energética.

No mesmo relatório, a AIE diz que as vendas de carros elétricos aumentaram 60% em 2022, ultrapassando 10 milhões de unidades. Principalmente os sistemas de armazenamento de energia tiveram um crescimento ainda mais rápido, tendo dobrado sua capacidade em 2022. Em simultâneo, as instalações solares fotovoltaicas têm quebrado recordes a cada ano e a energia eólica deve avançar, retomando o crescimento de anos anteriores, consequentemente tem ocorrido um aumento significativo na demanda por minerais críticos. Ademais, de 2017 a 2022,

a demanda do setor de energia foi o principal fator por trás de uma triplicação na demanda geral por lítio, com um salto de 70% na demanda por cobalto e um aumento de 40% na demanda por níquel. Igualmente em 2022, a participação das aplicações de energia limpa na demanda total chegou a 56% para lítio, 40% para cobalto e 16% para níquel, números bem maiores que os últimos cinco anos.

É nesse cenário mundial que se encontra o estado de Goiás como ofertante dos principais minerais dessa nova onda energética, produtiva e tecnológica, tendo as terras raras como exemplo. Importa sublinhar que a China é responsável por 68% da produção mundial desse minério; os Estados Unidos, por 11%; e a Austrália, por 9%. Mesmo assim, o Brasil possui um quinto das reservas mundiais desses minérios, e Goiás é o único produtor do país, o que representa uma grande oportunidade para o estado.

Olhando para a produção de cobre, os principais produtores mundiais são o Chile com 24%, a República do Congo com 10% e o Peru com 11%, enquanto o Brasil é apenas o décimo maior produtor. Goiás destaca-se por ser o maior produtor brasileiro desse minério. Uma vez que o mercado para esse minério tem crescido e a produção mundial é insuficiente, a mineração goiana é grande favorecida em um cenário com demanda inelástica

O níquel, outro minério em abundância em Goiás, é produzido principalmente por: Rússia, Indonésia e Filipinas. Ele é utilizado especialmente em ligas metálicas e na produção de baterias recarregáveis, e sua demanda tende a ser garantida para a produção estadual.

O *Word Bank* (2020) chama a atenção para a questão da vida útil dos equipamentos envolvidos na geração de energia limpa, que é projetada para curto prazo. Ainda não há maturidade suficiente para realmente comprovar essas projeções, mas há situações em que alguns materiais, como as pás eólicas com vida útil prevista de 25 anos, estão girando há 40 anos e em boas condições. Ou seja, é possível que a vida útil dos equipamentos construídos com esses materiais seja bem maior que o projetado; se isso se comprovar, a demanda pelos minerais utilizados nesses equipamentos poderá ser menor que a prevista.

Contudo, isso levará certo tempo para ser identificado e, considerando que a demanda para instalação e implementação de diversos equipamentos e novas tecnologias ainda não foi completamente satisfeita e está em ascensão, é possível afirmar que no momento a demanda existe, o mercado é grande e ainda carente da produção mineral.

Outro fator, preponderante para boa expectativa para o mercado de produtos minerais goianos é a evolução da agropecuária e da construção civil, que tem elevado a demanda interna de tais bens. Além disso, pode-se também destacar que, no contexto da demanda dos minérios goianos, um dos grandes consumidores é o setor de saneamento básico, visto que cerca de 50% do sulfato de alumínio consumido no país para tratamento de água e esgotos é produzido em Goiás. Tendo

em conta a extensão territorial do Brasil e a necessidade de expansão dos serviços de saneamento básico no território brasileiro (cuja universalização deve acontecer até 2033, segundo a legislação), pode-se prever uma elevação da demanda por aquele minério no território brasileiro.

Considerando todo o exposto, cabe aqui a reflexão quanto à importância de se criar um ambiente e arranjos institucionais que favoreçam o desenvolvimento do setor mineral. O mercado é imenso e a demanda tem crescido acentuadamente. Ao estado resta a missão de atrair os investimentos e, por meio de uma política de mineração consistente, diversificar e desenvolver o setor mineral de forma eficiente, beneficiando também as localidades envolvidas.

Um dos pontos que merece atenção é a importância de se implementar formas de beneficiamento e de produção de novas tecnologias no estado a fim de participar de forma mais ativa e intensa dos ganhos do setor mineral. Havendo esse movimento de ampliação da exploração mineral em Goiás de forma responsável e diversificada, certamente o impacto na economia goiana será positivo e trará oportunidades de avanço da nossa economia.

2.3.2 Projeções da produção mineral: consequências no mercado e na economia do estado

Os dados analisados neste relatório indicam que o Brasil é altamente dependente de produtos originários do setor de mineração, especificamente os fertilizantes e adubos, que são considerados estratégicos para o país. Há indicativos de que a demanda desse setor se manterá por um horizonte de médio e longo prazo, com isso é muito importante que os estados caracterizados pela consolidação de cadeias produtivas do setor agrícola possam avançar na diminuição desses produtos.

Como um dos estados com maior potencial para abastecimento interno para a região Centro-Oeste e para as expansões que acontecem ao norte na região denominada “Matopiba”, Goiás poderá se beneficiar dos fatores de logística e de potencial de exploração dos recursos minerais da região para o agronegócio.

Este texto apresenta as projeções do setor mineral goiano e o impacto para o mercado e para economia goiana. Considera-se que a ação do estado, por meios de seus agentes e instituições, poderá gerar efeitos multiplicadores para toda a sociedade goiana.

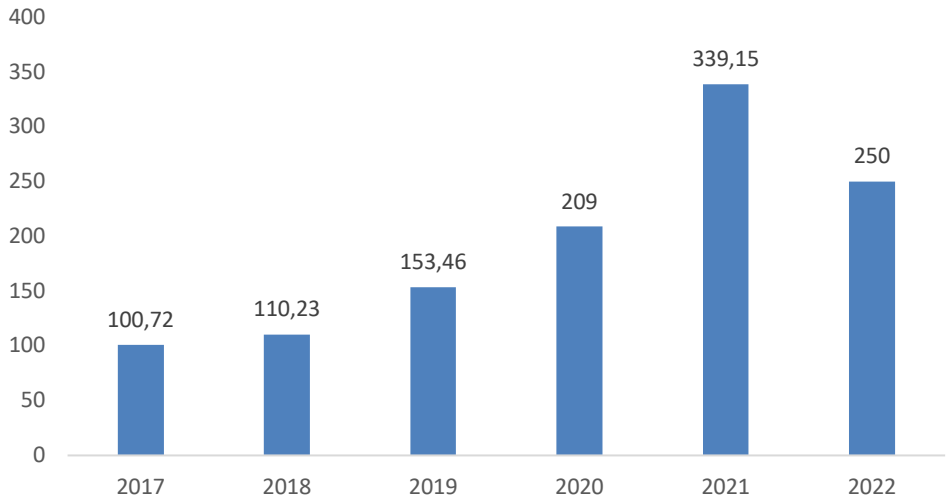
2.3.2.1 Projeções, mercado e economia do setor mineral de Goiás

Os dados da produção mineral no Brasil indicam que os minérios de ferro, ouro, cobre, calcário dolomítico, bauxita e granito concentram os maiores valores de exportação e investimentos pela cadeia de mineração. Esses produtos apresentam uma alta demanda no mercado internacional

com projeções de crescimento em torno de 20 anos. O estado de Goiás conta com jazidas desses produtos e com potencialidades de exploração ainda desconhecida devido aos baixos investimentos no conhecimento das reservas no território goiano. No Gráfico 28 abaixo, apresentam-se os dados do faturamento do setor no Brasil.

Observe-se nesses dados um crescimento acentuado no faturamento do setor com uma redução no ano de 2022. Tal redução provavelmente se deve a uma organização na sua produção, especificamente nos maiores estados produtores: Pará e Minas Gerais.

Gráfico 28 - Dados do faturamento do setor mineral brasileiro, R$ em bilhões - 2022



Fonte: Elaborado pelos autores, com base no Instituto Brasileiro de Mineração (2023a).

Destaca-se ainda que as projeções para investimentos em Goiás são em setores de extração e processamento de Elementos de Terras Raras (ETRs). A Empresa Serra Verde Pesquisa e Mineração Ltda. (SVPM) foi uma das primeiras empresas a investir em uma operação integrada entre mineração e processamento desses minerais. A região de exploração está em Minaçu. Com a consolidação desse empreendimento, a empresa produzirá um concentrado mineral único com combinação de alto valor de ETRs magnéticos pesados e leves, que incluem neodímio (Nd), praseodímio (Pr), térbio (Tb) e disprósio (Dy). Esses elementos são utilizados para a fabricação de ímãs permanentes para uso em motores de veículos elétricos e geradores de turbinas eólicas. Se os carros elétricos serão a principal produção do setor automobilístico, esses investimentos poderão tornar Goiás um dos principais fornecedores do material, além da demanda crescente para o setor de energia alternativas. De acordo com a edição 430 da Revista Brasil Mineral,

> Com o empreendimento, a empresa se tornará a terceira produtora em escala mundial e a primeira fora da Ásia a produzir esses quatro ETRs (Elementos de Terras Raras)

> magnéticos. Isso torna seu depósito em Minaçu (GO) um ativo estratégico nas cadeias de valor emergentes de produção global de super-ímãs, que são os mais potentes entre todos os ímãs. Espera-se que os quatro ETRs magnéticos, cuja demanda está crescendo rapidamente, constituam mais de 85% do valor do concentrado da empresa. As amostras do concentrado proveniente de depósito de ETRs da SVPM, cujas dimensões permitem uma longa vida útil para a mina, já foram amplamente testadas e aprovadas, permitindo a consolidação de acordos com líderes do mercado global para fornecimento, assim que iniciar sua operação (Com a Serra, 2023, p. 26).

Conforme Brasil Mineral (Com a Serra, 2023), esse novo setor tecnológico demandará investimentos integrados entre extração e processamento para que os efeitos multiplicadores possam ser apropriados pelo estado, seja na geração de trabalho especializados, seja na geração de produtos com alto valor agregado. Outra vantagem competitiva desse setor em Goiás é que a extração realizada no solo goiano é de baixo impacto ambiental, devido às técnicas de mineração serem realizadas em céu aberto, com baixo risco e com utilização de tecnologias de processamento padronizadas e nacionais, dispensando o uso de explosivos, reagentes químicos ácidos e outros produtos perigosos.

A estimativa, segundo a citação anterior, é que a empresa produza 5 mil toneladas por ano de óxido de ETRs por 25 anos, tendo um potencial de ampliação de capacidade e vida útil dos investimentos pela otimização da planta e graças à ampliação das reservas minerais. A expectativa é que a produção comercial se concretize até o final do ano de 2023. Entende-se que essa demanda mundial gerará também uma nova onda de investimentos em outras regiões com potencial de produção, especificamente em Goiás, com investimentos em pesquisa para identificação de novas reservas e novos produtos com potencial de mercado.

As vantagens desses investimentos em pesquisas geológicas em Goiás são que o estado detém toda uma experiência no setor mineral com plantas já instaladas em regiões com potenciais para ETRs e com disponibilidade de mão de obra especializada e qualificada para trabalhar no setor.

Outro setor estratégico é a possibilidade de utilização de coprodutos da extração mineral para novos mercados, como a mineralização do solo, por meio de pó de rochas, que foi regulamentado a partir de 2016. Esse novo mercado é impulsionado pelo agronegócio brasileiro, a cadeia produtiva mais importante do estado de Goiás, por isso se trata de um setor da mineração que deve ser incentivado na região. Essa nova possibilidade poderá contribuir inclusive com diminuição da dependência externa de fertilizantes químicos, que chega a 80% dos fertilizantes sintéticos compostos por nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) (Valencio, 2023, p. 37).

De acordo com dados da Embrapa Cerrados em pesquisas com a utilização desse recurso na adubação do solo, foi identificado que ele é vantajoso até 200 km da origem para o transporte do mineral. Por isso, estima-se que, entre 100 a 300 km, há potencial para o deslocamento do mineral para as regiões demandantes do recurso. Em Goiás, como há uma diversificação de

extração mineral em diversas áreas, poderia haver com isso uma melhor distribuição de pó de rochas para as regiões mais importantes do agronegócio goiano.

O crescimento desse setor em Goiás precisará de investimentos em um novo setor que aproveitaria os subprodutos, já que, para geração de pó de rochas, há a necessidade de uma nova etapa, que é o processo de cominuição com equipamentos específicos para a redução desses minerais para sua utilização. Outro fator que poderá motivar o novo mercado é a sustentabilidade ambiental desse tipo de fertilizante, que é denominado "agrominerais *in natura*", beneficiando a trajetória de sustentabilidade do setor do agronegócio brasileiro.

Os investimentos no setor de mineral no Brasil têm estimativa de US$40,4 bilhões para o período de 2022-2026. Devido às demandas de novos setores, a estimativa dos investimentos teve um aumento para US$50 bilhões entre o período de 2023-2027. A esses investimentos se somam os valores de US$6,5 bilhões na área socioambientais e de US$4 bilhões em logísticas. Esses incrementos indicam que há uma necessidade de Goiás, por meio do Estado, criar mecanismos de incentivo e gestão sobre a cadeia de mineral a fim de potencializar os efeitos positivos dos investimentos nacionais, que poderão ser direcionados para a região.

Os mercados nacional e internacional para as projeções apresentadas neste estudo indicam que o estado de Goiás poderá assumir uma posição estratégica na produção de ETRs e se consolidar ainda na produção de minerais tradicionais como ferro, cobre e ouro.

Os impactos na economia de Goiás concentram-se na geração de um novo setor mineral, baseado na extração e no processamento de ETRs e com maior potencial inovador para setores estratégicos mundiais — por sua vez, baseados em superímãs e com projeções de demandas globais em crescimento. Essa possibilidade gerará para a economia goiana efeitos multiplicadores na geração de emprego e de divisas.

2.3.2.2 Observações pertinentes

Diante do que foi exposto, nota-se que o setor de extração de minerais em Goiás é estratégico para a consolidação de importantes setores geradores de emprego e de alto potencial tecnológico. As regiões de mineração tradicional em Goiás têm vantagens estratégicas para uma nova onda de investimentos com mão de obra qualificada e especializada em extração mineral. Outro fator que precisa ser destacado é a possibilidade de remineralização do solo por meio de pó de rochas, gerado de coprodutos, o que beneficiaria o agronegócio em duas frentes: na diminuição da dependência externa e pela sustentabilidade ambiental desse tipo de técnica. A busca pela sustentabilidade do agronegócio brasileiro tem uma alta demanda de meios para

diminuição da dependência externa e de soluções regionais que gerem efeitos positivos com menor emprego de recursos no transporte e uso de recursos na logística.

2.3.3 Avaliação do impacto de possíveis medidas políticas e regulatórias, a serem adotadas a nível estadual, nacional e internacional, nas indústrias de extração em Goiás[16]

A política pública é um fluxo de decisões públicas com o objetivo de manter o equilíbrio social e/ou de introduzir desequilíbrios para modificar a realidade (Saravia; Ferrarezi, 2006). São decisões que se transformam em normas ou ações que afetam a sociedade ou grupos específicos. As políticas tendem a ser estratégicas com resultados no longo prazo ou ações temporárias para solucionar problemas urgentes. Ainda, podem ter quatro formatos, segundo publicado em Souza:

> O primeiro é o das políticas distributivas, decisões tomadas pelo governo, que desconsideram a questão dos recursos limitados, gerando impactos mais individuais do que universais, ao privilegiar certos grupos sociais ou regiões, em detrimento do todo.
> O segundo é o das políticas regulatórias, que são mais visíveis ao público, envolvendo burocracia, políticos e grupos de interesse.
> O terceiro é o das políticas redistributivas, que atinge maior número de pessoas e impõe perdas concretas e no curto prazo para certos grupos sociais, e ganhos incertos e futuro para outros; são, em geral, as políticas sociais universais, o sistema tributário, o sistema previdenciário e são as de mais difícil encaminhamento.
> O quarto é o das políticas constitutivas, que lidam com procedimentos. Cada uma dessas políticas públicas vai gerar pontos ou grupos de vetos e de apoios diferentes, processando-se, portanto, dentro do sistema político de forma também diferente (Souza, 2006, p. 28).

A aplicação dessas políticas é atribuição do Estado, que o faz diretamente ou concedendo a terceiros sua execução. Essas ações apresentam impactos diretos ou indiretos, individuais ou em grupos na sociedade.

A mineração, nesse contexto, tem sido impactada com uma série de políticas que ora busca fomentar a atividade, ora busca regular ou controlar as externalidades da atuação das empresas desse setor econômico.

Para conhecer a realidade dos impactos da legislação, de regulamentos e da tributação sobre a mineração, o texto que segue apresenta o resultado do levantamento de tais normativas e suas consequências sobre as empresas de mineração.

---

[16] O presente texto foi elaborado tendo por base o relatório intitulado de “Impacto de possíveis medidas políticas e regulatórias, a serem adotadas a nível estadual, nacional e internacional, na cadeia produtiva mineral”, produzido pela equipe coordenada pela Profa. Dra. Maria Amélia Enríquez, tendo como membros: Yuri Jordy; Lucas Paiva Ferraz e Evandro Diniz. O relatório faz parte do eixo “Cenários Prováveis e Visão de Futuro” do Contrato 08/2022 – SIC, assinado em 04.11.2022, que tem como objeto a elaboração e execução do projeto de pesquisa denominado Plano Estadual de Recursos Minerais de Goiás – PERM 2022-2042. Ao relatório original foram acrescentadas a introdução, observações pertinentes e crítica aos impactos nas indústrias extrativas minerais de Goiás. Agradecemos a Profa. Dra. Maria Amélia Enríquez e sua equipe pela gentileza de autorizar o uso do texto.

O texto está dividido em três partes, além da introdução e das observações pertinentes. A primeira parte faz um breve resgate do histórico e da evolução recente dos principais marcos legais da mineração no Brasil. A segunda parte apresenta, de forma ampla, as tendências e prováveis medidas políticas e regulatórias, bem como os seus possíveis desdobramentos, relativamente à cadeia produtiva mineral de Goiás. Já a terceira parte analisa os prováveis efeitos das medidas políticas e regulatórias na cadeia produtiva mineral de Goiás.

2.3.3.1 Histórico e evolução recente dos principais marcos legais da mineração no Brasil

Nesta parte se resgata a evolução recente dos principais marcos legais da mineração no Brasil e também se apresentam as novas medidas e propostas de projetos de regulamentação para o setor, que estão em debate.

Em um breve histórico, o período do Brasil Imperial foi marcado pela propriedade dos bens minerais cedida à Coroa Portuguesa. A Constituição Imperial de 1824 também garantiu a plenitude do direito de propriedade, ainda que as jazidas somente pudessem ser exploradas mediante autorização real.

Foi apenas durante a 1ª República que o Brasil passou a criar as condições para que a iniciativa privada passasse a investir na atividade mineral, implantando o Regime de Acessão. Ou seja, foi a partir da Constituição de 1891 que se atribuiu ao proprietário do solo também a propriedade do subsolo, deixando apenas de propriedade da União as minas indispensáveis à defesa nacional e à infraestrutura, bem como seriam dos respectivos estados as minas em terras devolutas. Nesse período, criou-se o Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil (SGMB), com o propósito de realizar as primeiras pesquisas centralizadas no Estado sobre os bens minerais do país.

No início do século XX, a entrada em vigor da Lei n.º 2.210/1910 e dos Decretos n.º 8.019/1910 e n.º 2.406/1911 (Brasil, 1910a, 1910b, 1911) estimulou a maior participação do setor privado, especialmente da indústria siderúrgica, concedendo incentivos fiscais e investimentos em logística e infraestrutura para a mineração.

Na década de 1930, a política econômica brasileira apresentava-se bem mais nacionalista. Quanto à mineração, a Constituição de 1934 voltou a exigir a autorização ou a concessão federal para o aproveitamento industrial das minas e das jazidas minerais, ainda que de propriedade privada. Por fim, para consagrar o fim do Regime de Acessão, a introdução de um novo Código de Minas, no mesmo ano, instituiu a separação das propriedades do solo e do subsolo.

Mais ainda, o código dispôs que a lei deveria regular a nacionalização progressiva das minas e jazidas essenciais à defesa econômica ou militar do país e que a exploração das minas só poderia

ser realizada por brasileiros ou empresas organizadas no Brasil. Com isso, também se garantia ao proprietário do solo a prioridade na exploração da jazida ou, caso concedida a terceiros, o proprietário teria direito à participação nos resultados obtidos com a lavra. Foi também em 1934 que foi criado o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) em substituição ao SGMB.

A Constituição Federal de 1937, refletindo o nacionalismo e o dirigismo estatal do Estado Novo, restringiu ainda mais a participação de empresas estrangeiras no setor. Apenas brasileiros ou empresas constituídas no Brasil eram autorizadas a explorar as minas (Brasil, 1937). Um Novo Código de Minas de 1940 (Dec. Lei 1985/40) regulamentou essa tendência nacionalista, inovando quanto à exigência de comprovação de capacidade financeira para exploração (Brasil, 1940, Art. 14, II). Foi sob esse regime que surgiu a Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), integralmente estatal, Decreto-Lei 4.352/1942, (Brasil, 1942).

Em 1960, já sob a égide da Constituição de 1946, foi criado o Ministério de Minas e Energia, vinculando o Conselho Nacional de Minas e Metalurgia (CNMM), a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), a Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) e a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Para Lobato Junior (2021), foi nesse período compreendido entre 1930 e 1960 que se desenvolveu o lento processo de deslocamento de competências da administração central em favor de núcleos regulatórios especializados.

Já sob a Constituição de 1967, entrou em vigor um novo Código de Minas, ainda vigente no Brasil, pelo Decreto nº 227/67, o qual, pouco tempo depois, foi regulamentado pelo Decreto 62.934/1968 (Brasil, 1967a, 1967b, 1968). "Este novo conjunto regulatório estipulou conceitos jurídicos pertinentes, direitos de propriedade e direitos reais, direito de prioridade, classificações de jazidas e minas, regimes de exploração e aproveitamento, e como se desenvolveria a fiscalização da pesquisa, da lavra e de outros aspectos da indústria mineral, atribuindo competências regulatórias ao DNPM" (Lobato Junior, 2021).

Em 1988, a atual Carta Constitucional manteve o viés nacionalista (art. 20, IX e art. 176), considerando os bens minerais, inclusive os do subsolo, como de propriedade da União. E, em um primeiro momento, dispôs que a exploração e o aproveitamento só poderiam ser efetuados mediante autorização da União, no interesse nacional, por brasileiros ou empresa brasileira de capital nacional (Brasil, 1988). Ademais, regulou, em *status* constitucional, a atividade garimpeira em organizações cooperativas (Art. 174, §3º).

O aspecto ambiental foi constitucionalizado no art. 225 e, nesse contexto, expressamente dispôs sobre a responsabilidade daquele que explora recursos minerais em recuperar o meio ambiente degradado (art. 225, § 2º). Do mesmo modo, a mineração em área indígena restou protegida no § 3º do art. 231, no que previu que a pesquisa e a lavra de riquezas minerais nos territórios só

poderiam ocorrer com autorização do Congresso Nacional, ouvidas as comunidades afetadas previamente.

Durante a década de 1990, sofrendo reflexo dos movimentos neoliberais internacionais, foi promulgada a Emenda Constitucional n. 6/1995, que, nos dizeres de Bercovici (2010), "modificou a orientação nacionalista do texto original da Constituição de 1988". Segundo o autor (p. 248),

> O artigo 171, que diferenciava a empresa brasileira da empresa brasileira de capital nacional, foi revogado. (...) O artigo 170, IX, foi modificado (...). Com isso, alterou-se também a redação do artigo 176, §1º, eliminando-se a restrição da exploração dos recursos minerais brasileiros para as empresas multinacionais, bastando que constituam uma filial sob as leis brasileiras, com sede e administração no país. A Lei n. 9.314/1997 regulamenta a participação do capital estrangeiro na mineração, permitida após a Emenda Constitucional n. 6/1995 (Bercovici, 2010, p. 248).

Este amplo conjunto de medidas levou à privatização do setor siderúrgico nacional, além da Companhia Vale do Rio Doce (CVRD).

2.3.3.2 Reformas importantes na regulação da atividade mineral pós-Constituição de 1988

Publicado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), o documento "Governança Regulatória no setor de mineração no Brasil"[17] aponta várias importantes normas reguladoras da mineração identificadas desde a promulgação da Constituição de 1988 até os dias atuais. Segundo esse documento:

> A Portaria n. 237/2001 do antigo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) estabeleceu as Normas Reguladoras da Mineração (NRM), com objetivo de alcançar o uso racional dos recursos minerais. Inclui condições técnicas, ambientais e de segurança que as operações de mineração devem cumprir. As NRMs são compostas por 22 capítulos que contemplam diferentes temas como transportes de minerais e pessoas, destinação de resíduos, proteção ao trabalhador, iluminação e ventilação das minas, entre outros (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2022).

No início da década de 2010, foi anunciado pelo Ministério de Minas e Energia (MME) a proposta do Novo Marco Regulatório da Mineração após longa tramitação de algumas propostas distintas no Congresso em 2017. Ainda nesse ano, com o arquivamento e o "esfriamento" do Projeto de Lei n. 5807/2013, que tratava do novo marco regulatório da mineração, especialmente após o setor sofrer várias pressões subsequentes à tragédia de Mariana (2015), o governo de Michel Temer apresentou um pacote de Medidas Provisórias

[17] Disponível em: https://www.oecd-ilibrary.org/sites/df9252dc-pt/index.html?itemId=/content/publication/df9252dc-pt

(MPs) denominado de "Programa de Revitalização da Mineração".

As Medidas Provisórias nº 789, 790 e 791 (Quadro 13), de 2017, resumiram anos de debates sobre mudanças normativas para o setor (Brasil, 2017c, 2017d, 2017e). Contudo, das três Medidas Provisórias, apenas duas foram convertidas em lei. A MP 789/2017 foi convertida na Lei n. 13.540/2017 e a MP 791/2017, na Lei n. 13.575/2017 (Brasil, 2017b, 2017f).

Quadro 13 - Síntese das alterações promovidas pelas Medidas Provisórias (MPs) nº 789, 790 e 791

Destaques/MPs	MP nº 789	MP nº 790	MP nº 791
Principais alterações:	Alíquotas da CFEM, que antes eram de no máximo 3%, passaram a ser de no máximo 4%	Novas regras para a "disponibilidade" de áreas e leilão como forma de acesso	Criação e estruturação da nova Agência Nacional de Mineração.
	Alteração da base de cálculo da CFEM: de "faturamento líquido" para "receita bruta"	Aumento do prazo para a pesquisa mineral com possibilidade de prorrogação	Instituição da Taxa de Fiscalização de Atividades Minerais (TFAM), porém, na conversão em lei, a taxa foi revogada
	Ampliação das hipóteses de incidência da CFEM	Fechamento de mina e possibilidade de aproveitamento de substâncias minerais de interesse econômico	-
	Participação e inserção maior dos municípios impactados pela mineração	Novas sanções – multa diária, suspensão das atividades e multas de até R$30 milhões	-

Fonte: Elaboração dos autores a partir da legislação mencionada (2023).

A primeira MP tratou da reformulação da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), alterando profundamente a Lei 7.990/1989 e a Lei 8.001/1990, com impactos nas hipóteses de incidência e fato gerador, base de cálculo, alíquotas, responsabilidade solidária, sanções, infrações administrativas, entre outros aspectos da referida compensação (Brasil, 189, 1990).

A segunda, a MP 790/2017, visou instituir um novo Código de Mineração, alterando drasticamente o antigo diploma e a Lei 6.567/1978, que, por sua vez, dispõe sobre o regime de Licenciamento, antigo Registro de Licença. Nesta MP, mais de 20 pontos foram alterados, a exemplo dos regimes de Autorização, de Concessão e de Licenciamento, além do Sistema de Sanções (Brasil, 1978, 2017d).

Por fim, a terceira (MP 791/2017) tratou da criação e da estruturação da Agência Nacional de Mineração (ANM), uma agência reguladora aos moldes da Agência Nacional de Petróleo (ANP) e, com distribuição de sucursais, será semelhante à da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) (Brasil, 2017e). Essa nova agência reguladora atuaria em substituição ao antigo DNPM, agora extinto.

A MP 790/2017, a mais significativa em termos regulatórios, entretanto, não foi apreciada pelo Congresso Nacional no prazo constitucional. Operou-se a sua rejeição tácita e, por isso, perdeu sua eficácia em 28 de novembro de 2018, ainda que tenha gerado obrigações e direitos no intervalo de tempo de sua curta vigência. Assim, gerou-se um vácuo normativo que forçou os atores de governança a preencherem-no com a edição do Decreto n. 9.406, de 2018 (Brasil, 2018).

Esse Decreto complementa a disciplina do Código Minerário, da Lei n. 6.567/1978, da Lei n. 7.805/1989 e da Lei n. 13.575/2017 (Brasil, 1978, 1989, 2017f), com evidente foco de preocupação na questão da proteção ambiental e na segurança jurídica no desenvolvimento das atividades minerárias no Brasil. Entre suas principais inovações, está a caracterização das etapas que compreendem a atividade minerária: pesquisa, lavra, desenvolvimento da mina, beneficiamento, comercialização dos minérios, aproveitamento de rejeitos e estéreis e fechamento da mina.

Em 2018, o Decreto n. 9.406 sobreveio para regulamentar o Código de Mineração (Brasil, 2018). A OCDE (2022) assim resumiu o novo Regulamento:

> Nos quatro capítulos constantes do Decreto, são descritos os programas de utilização dos recursos minerais, as condições e requisitos decorrentes de cada um e as sanções em caso de descumprimento. Além disso, o Regulamento estabelece a competência da nova Agência Nacional da Mineração (ANM) como responsável por observar e implementar as políticas e diretrizes estabelecidas pelo MME e fazer cumprir as disposições do Código de Mineração e regulamentos complementares. Da mesma forma, este Regulamento estipula duas fontes de receita que fazem parte do orçamento da agência: a Taxa Anual por Hectare (TAH) e os custos das inspeções aplicadas às empresas inspecionadas.
>
> As principais alterações e atualizações introduzidas pelo novo Regulamento incluem a incorporação do encerramento de minas como etapa da atividade de mineração, a previsão expressa da responsabilidade dos titulares de direitos minerários na recuperação ambiental de áreas degradadas, cumprimento de normas para cálculo de recursos e rejeitos e a possibilidade de reaproveitamento e regularização de rejeitos e resíduos de mineração (Organisation for Economic Co-Operation and Development, 2022).

Ainda, o Decreto n. 9.406/2018 prevê que os projetos de mineração devem especificar o seu Plano de Fechamento de Mina, como uma das ações de recuperação ambiental, além da desmobilização das instalações e dos equipamentos que componham a infraestrutura do empreendimento, a definição do uso futuro da área e o monitoramento dos sistemas de disposição de rejeitos e estéreis, da estabilidade geotécnica das áreas mineradas e das áreas de servidão, do comportamento do aquífero e da drenagem das águas (Brasil, 2018, Art. 5º, §2º-A, §3º).

Por fim, recentemente foi promulgada a Lei 14.066/2020, alterando a Política Nacional de Barragens (Lei n. 12.334), a lei do Fundo Nacional de Meio Ambiente (Lei n. 7.797), a Política

Nacional de Recursos Hídricos (Lei n. 9.433) e o Código de Mineração (Decreto 227), além de tornar mais rígido o Plano de Segurança de Barragens (Brasil, 1967a, 1997, 2020). A nova lei obriga as mineradoras a elaborarem um Plano de Ação Emergencial para os responsáveis pelas barragens de mineração. Obviamente, essa lei foi uma resposta direta às tragédias ambientais de Mariana e Brumadinho em Minas Gerais.

Uma visão compactada dos principais marcos regulatórios da mineração brasileira está ilustrada na Figura 13, extraída do estudo da *Organisation for Economic Co-Operation and Development* (2022).

Figura 13 - Desenvolvimento do marco regulatório da indústria de mineração brasileira



Fonte: *Organisation for Economic Co-Operation and Development* (2022).

Apesar dos efeitos da pandemia de covid-19, que assolou o mundo a partir de 2020, o setor mineral ainda foi alvo de novas mudanças regulatórias. A Lei 14.066/2020 promoveu alterações no Código Mineral e na Lei 12.334/2010, que instituiu a Política Nacional de Segurança e Barragens, aumentando as exigências e controles de barragens (pós-Brumadinho, 2019). Além disso, as novas regras de disponibilidade de áreas foram implementadas com a realização da primeira rodada de oferta pública e leilão, que já chega a sua 7ª rodada atualmente.

Como se percebe dessa análise, as regulamentações gerais da atividade minerária no Brasil são bastante concentradas no ente nacional, especialmente no Congresso Nacional e nos órgãos federais. Mesmo assim, aos demais entes federados (os estados e, na área ambiental, os municípios) também cabem competências para estabelecer regulamentos secundários com relação a certos aspectos das atividades de mineração.

Além disso, os estados têm estrutura específica para acompanhar e fiscalizar as atividades minerárias em suas jurisdições, ou seja, a obediência dos empreendimentos aos regulamentos federais e estaduais.

Essa estrutura se dá por definição constitucional. Nos termos do art. 20, inciso IX, da Constituição Federal de 1988, os recursos minerais, inclusive do subsolo, pertencem à União,

também competindo privativamente a ela, nos termos do art. 22, inciso XII, legislar sobre jazidas, minas, outros recursos minerais e metalurgia (Brasil, 1988, Art. 20, 22).

Aos estados, cabem as competências comuns de proteger o meio ambiente (Brasil, 1988, Art. 23, VI) e de registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seus territórios (Brasil, 1988, Art. 23, XI). Isso fora a competência para instituir sua política tributária, derivada da Constituição, que interfere diretamente no custo total de implantação de um projeto mineral nas localidades. Assim, a competência para cuidar e legislar sobre esses temas – não centrais à questão mineral – permite aos estados ter grande interferência sobre a atividade mineral nas suas regiões.

Um resumo dos principais marcos regulatórios da mineração no Brasil está ilustrado no Quadro 14:

Quadro 14 - Síntese dos principais regramentos federais e estaduais para a mineração a partir de 1960 no Brasil

Nível de governo	Legislação	Possíveis implicações na mineração
Federal	Decreto-Lei nº 227/1967, o Código de Mineração brasileiro (Brasil, 1967a), e Decreto 62.934/1968 (Brasil, 1968)	Trata da administração, distribuição, comércio e consumo de bens minerais, seus regimes de aproveitamento e órgãos de atuação no setor. Assegura a manutenção das regras de acesso aos títulos minerários, como é o caso do direito de prioridade
	Lei Federal nº 6.567/1978 (Brasil, 1978)	Especifica as substâncias passíveis de aproveitamento pelos diferentes regimes.
	Decreto Federal nº 97.632/1989 (Brasil, 1989b):	Torna obrigatória a apresentação de plano de recuperação de área degradada e de Estudo de Impacto Ambiental.
	Decreto Federal nº 97.507/1989 (Brasil, 1989c)	Trata do uso de mercúrio e cianeto nas áreas de extração de ouro e também do processo de licenciamento de atividades garimpeiras.
	Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Brasil, 2012)	Determina que a mineração é empreendimento de utilidade pública (Art. 3º, VIII).
	Lei Federal nº 13.575/2017 (Brasil, 2017f)	Extingue o DNPM e cria a ANM, estabelecendo as competências de gestão dos recursos minerais da união e a fiscalização da atividade mineral; direitos de prioridade de áreas livres, regimes de aproveitamento, infrações e sanções administrativas. Regulamenta o Código de Minas de 1967 e a Lei Federal nº 6.567/1978. Contribui para a desburocratização dos processos, a padronização dos recursos e reservas do país, aceleração de ofertas públicas de áreas em disponibilidade, além de imprimir mais eficiência e celeridade aos processos e requerimentos minerários.
	Decreto nº 9.406/2018 (Brasil, 2018)	Apresenta regramentos gerais acerca da atividade mineral.
	Lei Kandir – LC nº 87/96 e PEC nº 42/2003 (Brasil, 1996, 2003). Revogação/ressarcimento (188/19, 42/2019)	Asseguram que as empresas deixem de recolher o ICMS, PIS e COFINS das exportações de produtos básicos e semielaborados e ainda prevê créditos dos impostos recolhidos na cadeia de suprimentos
	Lei nº 13.540/17 (Brasil, 2017b) Lei da CFEM	Garante aos municípios mineradores participação na renda mineral. Além de compensar a perda do patrimônio mineral, a CFEM contribui para que gestores municipais não criem resistência à atividade.
	Lei nº 13.975/2020 (Brasil, 2020)	Simplifica os requisitos legais para acessar minerais de uso na construção civil, o que abre a possibilidade de exploração de rochas ornamentais e calcárias apenas com licenciamento.
	Plano Nacional de Fertilizantes	Gera estímulo à produção nacional de insumos para a agricultura. A meta do Plano Nacional de Fertilização é produzir 50% internamente até 2050.
Goiás	Constituição do Estado de Goiás (Goiás, 1989,Art.141)	Determina que o Estado fomente a atividade mineral, especialmente de pequenos e médios mineradores, por meio da assistência científica e tecnológica, bem como que promova a integração vertical com a indústria de transformação.
	Lei nº 20.694/2019 (Goiás, 2019b)	Dispõe sobre normas gerais para o Licenciamento Ambiental do estado de Goiás e dá outras providências.
	Lei nº 20.942/2020 (Goiás, 2020)	Institui a Taxa de Controle sobre as Atividades de Pesquisa, Lavra, Exploração e Aproveitamento de Recursos Minerais (TRM) e o Cadastro Estadual de Controle, Acompanhamento e Fiscalização das Atividades de Pesquisa, Lavra, Exploração e Aproveitamento de Recursos Minerais (CERM) no estado de Goiás e dá outras providências.

Fonte: Elaboração dos autores com base na legislação citada e *Organisation for Economic Co-Operation and Development* (2022).

No nível estadual, destaca-se a Constituição do Estado de Goiás, que estabelece:

> Art. 141. O Estado adotará política de fomento à mineração, através de assistência científica e tecnológica aos pequenos e médios mineradores e programas especiais para o setor mineral, alocando recursos continuados, nas leis de diretrizes orçamentárias e nos orçamentos anuais e plurianuais, para seu desenvolvimento. (Vide Lei nº 13.590, de 17-01-2000)
> Parágrafo único. Os programas para o setor mineral contemplarão a definição de novas reservas minerais, seu aproveitamento econômico e o aumento gradativo da produção mineral, com ênfase para a integração vertical com a indústria de transformação de bens minerais (Goiás, 1989, Art. 141).

Em síntese, esse breve resgate revela as linhas gerais da política regulatória mineral brasileira:

1) No Brasil, os bens minerais pertencem à União, que é o poder concedente, e cabe à ANM a gestão e a fiscalização dos bens minerais. Assim, distintamente de países que adotam um modelo descentralizado, como Austrália e Canadá, em que cada estado ou província pode deliberar sobre o aproveitamento, ou não, de seus bens minerais, no Brasil o modelo é centralizado;
2) Todavia, os estados, assim como os municípios, podem também exercer as atividades de fiscalização sobre os bens minerais. Muito embora não tenham o poder da outorga do título minerário, eles podem deliberar quanto ao licenciamento ambiental, que, por seu turno, é pré-condição para obtenção do título minerário. Isso abre uma margem importante sobre a capacidade decisória dos entes;
3) O governo federal, principalmente após os desastres ambientais provocados pela mineração em Mariana e Brumadinho (MG), tem criado novos regramentos no sentido de maior rigor quanto ao uso de barragens de rejeitos. Isso tem resultado em efeitos sobre a mineração e suas formas de extração e processamento e, por consequência, em toda a cadeia mineral;
4) O Governo Federal é também o responsável pela determinação das questões tributárias que afetam tanto a dinâmica mineral quanto a capacidade financeira dos estados.

Feito esse breve histórico, o capítulo seguinte visa prospectar as novas tendências de políticas e regramentos nos níveis internacional, nacional e local, bem como ponderar sobre seus possíveis impactos nas diferentes fases da cadeia produtiva mineral do estado de Goiás.

2.3.3.3 Tendências e prováveis medidas políticas e regulatórias e seus possíveis efeitos na cadeia produtiva mineral

Neste tópico se abordam as novas tendências e prováveis políticas e medidas regulatórias nos níveis global, nacional e estadual que estão em debate, além de considerarem-se as políticas do

setor privado com o objetivo de estimar seus possíveis efeitos sobre as etapas da cadeia produtiva mineral.

A - Novas tendências globais e a mineração

A demanda por bens minerais passa por um processo de intensas mudanças. Enquanto demanda derivada (isto é, que depende das tendências do consumo dos bens finais que usam minérios), a demanda por insumos minerais pressiona a oferta, exigindo tanto a expansão da produtividade como a eficiência socioambiental das empresas. Essa pressão é desencadeada pela concorrência dos mercados, por resistências dos grupos e por expectativas de segmentos industriais, além de respostas às ameaças da mudança climática global. Assim, tem-se presenciado uma série de transformações com a incorporação de novas tendências globais que afetam diretamente o comportamento da indústria mineral (Quadro 15):

Quadro 15 - Tendências globais que afetam a dinâmica mineral e as regulamentações

Principais tendências	Como afeta a mineração?	Potenciais regramentos/políticas decorrentes
Descarbonização	Aumento da demanda por minerais críticos (Acordo de Paris). Busca por eficiência energética — substituição de veículos a *diesel* por veículos elétricos; infraestrutura de energia verde com menor impacto ambiental, entre outros.	Possível criação da taxa de carbono. *Due diligence* nas cadeias de valor. Novos produtos sustentáveis ganhando mais espaço na atividade mineradora e em seus fornecedores.
Incremento da automação nos processos potencializados pelos avanços da indústria 4.0	Incremento de processos automatizados que dispensam a manipulação humana (Machado; Figueiroa, 2020). Isso gera aumento da produtividade, isto é, mais produção por trabalhador.	Necessidade de aumentar conteúdos de PD&I, o que pode estimular a cooperação entre indústrias e entidades de ensino e pesquisa. Redução de custos de produção para a indústria.
ESG (*Environment, society and governance*)	Conceitos ESG (meio ambiente, sociedade e governança) passam a ser referência para os padrões industriais e desafios para as empresas mineradoras na busca e na adoção de práticas sustentáveis em suas relações com a comunidade, evitando danos ambientais e conquistando a licença social para operar, entre outros.	Empresas podem aumentar a sua competitividade integrando metas ambientais, sociais e de governança (ESG) em suas operações e avaliações de projetos.
Economia circular e reaproveitamento de rejeitos	Transformação de resíduos em novos produtos, o que requer, segundo Kinnunen e Kaksonen (2019), integração de cadeias de valor por meio de tecnologia e desenvolvimentos.	Demandas por incentivos à adoção de práticas sustentáveis. Penalizações por geração e acumulação de resíduos.
Incremento da demanda global por agrominerais	Aumento na pressão por áreas destinadas à pesquisa mineral de substâncias como potássio e fósforo. Realização de investimentos nas cadeias produtivas.	O Plano Nacional de Fertilizantes (Brasil, 2021c) busca reduzir a dependência externa pelo estímulo à produção interna. Possíveis incentivos ao aumento da produção.

Fonte: Elaboração dos autores com base na bibliografia citada (2023).

No caso da "descarbonização", a mineração é pressionada para fornecer os insumos às novas tecnologias para a economia de baixo carbono, o que vem ao encontro do atendimento do Acordo de Paris e de sua ratificação. Em consequência, os bens minerais são considerados

indispensáveis à transição energética, conforme destacam Ali *et al*. (2017), Church e Crawford (2020) e Gielen (2021). Segundo Taurus e Madzivanyika (2022), esse é um momento oportuno para regiões ricas em recursos aumentarem suas receitas enquanto ajudam a combater as mudanças climáticas. A expectativa é de que as tecnologias de energias limpas exigirão um aumento da produção global estimado de até 50 vezes para minerais considerados "críticos" como cobre, por exemplo, que se destaca em Goiás, além de grafite, lítio e terras raras, que estão em vias de exploração no estado.

Segundo a ANM, Goiás tem evidências de lítio no nordeste do estado, além de grandes reservas de terras raras em Minaçu, cuja exploração já está em curso pela empresa Serra Verde. Somem-se a isso os minerais já efetivamente explorados, tais como níquel, nióbio e fosfato, cujas escalas de produção certamente crescerão nos próximos anos.

A mineração também tem sido pressionada a promover sua própria "descarbonização", já que o setor também emite CO^2, tanto pela estrutura logística da cadeia mineral como, em alguns casos, pela necessidade de desflorestamento de áreas para instalação da mina e da infraestrutura necessária. Em termos globais, a mineração contribui com apenas 1% das emissões, mas, quando o Escopo 3 é considerado, ela participa com 28% de todas as emissões (Krishnan *et al*., 2022). Nesse sentido, já há estudos avançados, inclusive no Brasil pela CPRM, sobre captura e estocagem de carbono em ambientes geológicos que são propícios para isso.

O setor mineral é demandante de recursos financeiros para realizar investimentos de instituições multilaterais como o Banco Mundial e o FMI, entidades signatárias e comprometidas com os Princípios do Equador[18], com o *Task Force on Climate-related Financial Disclosures*[19] e com a Agenda 2030[20], entre os mais relevantes, para os quais as questões associadas com a sustentabilidade, ESG e compromisso social estão na ordem do dia.

Essas novas tendências têm implicações diversas e, não raras vezes, de sentidos opostos na relação entre a oferta de bens minerais e as perspectivas futuras da mineração em Goiás. Por um lado, a automação contribui para a redução dos custos de produção das empresas e ajuda a reduzir os impactos ambientais (menos emissão de CO^2, de consumo de água, de uso de recursos etc.). Por outro lado, também diminui a demanda por mão de obra e a massa salarial, portanto o potencial de benefícios de geração de renda para a economia local e regional.

Além dos aspectos inerentes ao mercado de bens minerais, o cenário de crescente e contínua demanda por alimentos exige, por motivos de sustentabilidade, aumento de produtividade (maior produção por hectare). Isso implica também um crescimento no consumo de fertilizantes

---

18 Documento disponível em: https://equator-principles.com/app/uploads/The-Equator-Principles_EP4_July2020.pdf.

19 *Website* disponível em: https://www.fsb-tcfd.org/.

20 *Website* disponível em: https://gtagenda2030.org.br/agenda-pos-2015/.

e de produtos químicos, colocando em relevo os agrominerais. Os destaques são para o potássio e o fosfato, este em plena produção em Goiás. A importância estratégica desses agrominerais ganhou relevo com o advento da Guerra na Ucrânia e a consequente limitação na oferta global desses insumos. Esse quadro geral tem provocado fortes pressões para ampliar o suprimento no estado, que já é um importante *player*.

Em síntese, os produtos da indústria de mineração e da transformação mineral apoiam e nutrem muitos setores da economia global: desde a infraestrutura, a construção civil, o transporte e a tecnologia até a agricultura, entre outros. À medida que os sistemas de comunicação, de tecnologia da informação (que demandam cada vez mais supercondutores) e de transição energética se aceleram, a procura por minerais considerados críticos e estratégicos (Box 1) aumenta. Porém, a extração desses minerais deve ocorrer dentro das normas ESG com respeito à sustentabilidade, à economia circular e à busca da eficiência energética. As medidas regulatórias e normativas já caminham e seguirão caminhando ainda mais nessa direção.

Quadro 16 – Box 1 – minerais estratégicos e minerais críticos

Box 1

Minerais estratégicos e minerais críticos

De acordo com o Plano Nacional de Mineração 2030, a definição de mineral estratégico associa-se aos objetivos políticos de países hegemônicos, o que remete à Guerra Fria, período no qual a fabricação de materiais militares provocava elevada demanda por minerais importantes para fins bélicos e, consequentemente, sua escassez. Em uma definição mais atual, em Brasil (2011, p. 63) há três situações que enquadram um mineral como estratégico.

A primeira é a grande dependência de importações de determinado bem mineral, de modo que uma ruptura na oferta internacional possa ocasionar distúrbios no funcionamento normal das cadeias produtivas que utilizam esse bem. Exemplos no Brasil são os agrominerais (fertilizantes de azoto, potássio, fósforo ou uma combinação dos três), os quais, em 2022, segundo dados de comércio exterior do ComexStat/MDIC, representaram 9% das importações brasileiras, chegando até 80% da pauta de importação de estados produtores agrícolas (como o Mato Grosso) no mesmo ano. Além disso, o cenário geopolítico global de incertezas, agravado pela guerra entre Rússia e Ucrânia, e as oscilações na taxa de câmbio brasileira deixam vulnerável o suprimento externo desses bens, sobretudo por ser a Rússia a principal fornecedora de potássio no mercado brasileiro.

A segunda definição de mineral estratégico está associada aos minerais que crescerão em importância nas próximas décadas pela aplicação em determinados produtos de alta tecnologia. Entre eles, as terras raras, minerais com aplicação em equipamentos de tecnologias de ponta, como celulares, televisores e fibras óticas, além de serem usadas em componentes de carros elétricos, lâmpadas de LED, ligas de aço, painéis solares[21], entre outros. Segundo a revista Brasil Mineral (2022), a exploração de terras raras em Minaçu (GO) está em estado inicial, com projetos que contam com eliminação de resíduos líquidos e maximização da reciclagem de água. A estimativa das reservas é de 911 milhões de toneladas, sendo a segunda maior reserva de terras raras do mundo e com extração com menor impacto ambiental do que na China, maior produtora atualmente.

Por fim, a terceira definição é aquela que considera as vantagens comparativas que o país tenha na produção de determinado minério. Exemplo disso é o nióbio: mais de 95% das reservas mundiais estão localizadas no Brasil, com ampla aplicação em ligas metálicas de alta resistência, em supercondutores e utilização em amplo rol de indústrias, como a automobilística, naval e petroquímica. Em Goiás, a produção de nióbio em Catalão e Ouvidor pela CMOC Brasil confere ao estado vantagem na produção e no abastecimento desse bem.

Minerais críticos, segundo o Castro, Peiter, Goés (2022), apresentam especificidades de risco para o suprimento, do que a importância econômica de variar entre países e blocos econômicos. Esses minerais também

[21] Informações disponíveis em: https://jornal.usp.br/ciencias/valiosas-e-versateis-pesquisas-com-terras-raras-mostram-caminho-para-criar-cadeia-produtiva-no-brasil/.

são considerados “críticos” pelas incertezas em seus mercados, o que deixa os consumidores, em especial dos países que não dispõem deles, mais vulneráveis.

Portanto, para o estado de Goiás, podem ser considerados estratégicos os agrominerais (fosfato, calcário) devido aos fertilizantes serem largamente importados. Níquel, nióbio e lítio são também considerados estratégicos devido à demanda em expansão e para atender ao mercado de carros elétricos e outras tecnologias ascendentes.

O nióbio, por seu turno, pode ser considerado também como crítico em âmbito mundial, pois somente o Brasil, tendo Goiás como um dos principais produtores, faz a extração desse minério, representando uma oportunidade para canalizar os benefícios de sua extração.

Fonte: Enríquez (2023).

Esse panorama leva a um quadro regulatório global que pressiona por padrões de qualidade ambiental e de respeito à sustentabilidade. Tais mudanças se fazem refletir, entre outras medidas, na adoção de regulações tanto formais quanto informais, que procuram ir além das medidas já estabelecidas, como a Licença Social para Operar (LSO) (Ayuk, 2020), por exemplo. Atualmente, sob a égide dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), bem como da relação existente entre a atividade mineral e a possibilidade de atendimento aos ODS (Monteiro; Silva; Moita Neto, 2019), as novas métricas de avaliação de atividade mineral tendem a se basear em três critérios básicos: fortalecimento das economias locais, gestão ambiental efetiva e respeito às culturas locais e valores sociais, sem contar a aderência aos mais altos padrões de governança e transparência.

Logo, é possível perceber como a adoção de uma boa governança perpassa todas as áreas da extração mineral, desde a contratação de mão de obra até a utilização transparente dos *royalties* minerais. Extrapolando esse escopo, o *International Council on Mining and Metals (ICMM)* lista os chamados “Princípios de Mineração”, que buscam conciliar os interesses corporativos, governamentais e sociais com base nos ODS e nos demais princípios do Acordo de Paris. São eles[22]:

- Ética corporativa: promoção da transparência nas empresas;
- Tomada de decisão: integração de princípios de sustentabilidade ambiental na tomada de decisão corporativa tanto da empresa como dos demais parceiros comerciais;
- Respeito aos direitos humanos: consideração das necessidades dos habitantes locais, sobretudo quando se tratar de povos tradicionais e indígenas. Considera também o bem-estar dos trabalhadores das empresas mineradoras;
- Gestão de riscos: efetiva ponderação de riscos sociais e ambientais nas áreas de mineração, prevenindo acidentes tanto nas minas como no entorno das minas por meio de avaliação dos riscos para as partes envolvidas;
- Promoção de saúde e segurança dos trabalhadores;
- Desempenho ambiental elevado: promover o mínimo de impacto ambiental possível por

[22] Mais informações sobre o órgão encontram-se disponíveis em: https://www.icmm.com/en-gb/our-principles.

meio de medidas como plano de fechamento de minas, práticas de gerenciamento da água, gestão de rejeitos de mineração e minimização de resíduos, somadas às novas tendências de descarbonização;

- Conservação da biodiversidade: respeito às áreas ambientalmente protegidas, sítios arqueológicos e repositórios de grande diversidade de fauna e flora de alto valor biológico;
- Produção responsável: adoção de princípios de economia circular para fins de maximização na utilização dos insumos à produção e utilização de produtos de padrão internacionalmente assegurado;
- Performance social: contribuição ao desenvolvimento comunitário das áreas no entorno dos polos de produção mineral; promoção de oportunidades aos habitantes dessas localidades tanto por meio do emprego direto como também pelo suporte aos projetos capazes de elevar o bem-estar dos habitantes, como projetos em infraestrutura, serviços de saúde, promoção da educação, viabilização da participação social para prevenção e resolução de conflitos.
- Engajamento das partes envolvidas: ações voltadas à transparência das partes envolvidas, como publicação de relatórios econômicos, sociais e ambientais.

Tais tendências ilustram como, nos dias atuais, a atividade mineral é pautada por padrões regulatórios formais e informais que tendem a ser cada vez mais complexos, horizontais e com diversas partes envolvidas.

B - Tendências nacionais

O presente e o futuro da mineração no Brasil estão intimamente ligados às tragédias de Brumadinho e Mariana (MG), acontecimentos que mudaram os rumos da atividade mineral nacional e mesmo em nível internacional. Aos olhos do grande público, a exploração mineral é uma moeda que tem dois lados: em um deles, uma atividade de extrema relevância para a economia (empreendimento de utilidade pública); em outro, uma atividade responsável por tragédias, provocadas pela má gestão de rejeitos e pelos impactos socioambientais resultantes, o que gera um clima de insegurança e de desconfiança.

Uma das alternativas para a superação de riscos quanto à contenção de rejeitos foi de natureza tecnológica com a adoção de processo para mineração a seco. Esse novo processo oferece vantagens de natureza técnico-econômica, entre as quais a economia de quase 95% de uso de água, que antes era destinada ao sistema úmido. Isso dispensa a construção de barragens e outros custos associados.

Para especialistas, a transição do processamento a úmido para seco não implica grandes mudanças no sistema de cominuição, pois requer apenas adaptações às plantas das usinas. No processamento a úmido, são necessárias as etapas de: britagem, peneiramento, flotação e concentração. No processamento a seco, há somente as etapas de britagem e peneiramento. Nesse sentido, seja pelas consequências dos desastres ambientais, seja por pressão da sociedade e do poder público, a tendência é que cada vez mais se adotem as tecnologias da mineração a seco (Luz; Sampaio; Almeida, 2010).

Até mesmo os projetos de exploração de ouro já estão adotando o processo denominado *ecogold system*, como o caso do ouro em Mara Rosa (Hochschild, 2022). A tecnologia utilizada, inicialmente, desidrata a terra para depois moer e, posteriormente, separar o ouro dos demais materiais. Dispensa também a utilização de produtos químicos como mercúrio e cianeto, o que impede possíveis contaminações no solo.

No entanto, há a questão do equacionamento dos custos entre essas duas formas de processar o minério, pois o menor ainda é por meio de processamento hídrico, muito embora esse procedimento utilize um enorme volume de água, que também gera custo elevado. Na extração a seco, que utiliza equipamentos como o sistema de esteiras transportadoras no movimento dos grãos sólidos, o consumo de energia fica de 10 a 15 vezes maior que o processo hídrico. Portanto, o quadro merece um estudo por parte das entidades públicas e a adoção de incentivos para a utilização do processo a seco na mineração (Sayão, 2019).

A preocupação da mineração com a produtividade dos recursos naturais tem levado a criar não somente tecnologias para o reaproveitamento, mas também alternativas para evitar o desperdício. Portanto, um dos maiores desafios atuais da mineração no Brasil diz respeito à gestão de rejeitos. A opção pelo menor custo já demonstrou que, ao final, este pode ser pago com vidas e impactar negativamente as empresas, como já ocorreu.

Soluções oriundas de parcerias com universidades, centros de pesquisa e fornecedores, são cada vez mais comuns na mineração e na transformação mineral. Aliás, o setor que tem figurado como o maior protagonista na reutilização dos rejeitos é o da construção civil. Alguns materiais que podem ser fabricados a partir de rejeitos de minérios são: telhas, blocos e tijolos com rejeitos, remineralizadores de solo, pavimentos etc. (Instituto Brasileiro de Mineração, 2022). Um desses exemplos já se encontra em Goiás: é o caso da Lundin *Mining*, que produz concentrado de cobre em Alto Horizonte e gera cerca de 24 milhões de toneladas de rejeito por ano. A partir de acordos de cooperação com universidades e centros de pesquisa, criaram nova destinação para os rejeitos, que agora são usados como fonte de matéria prima para produção de remineralizador agrícola (Instituto Brasileiro de Mineração, 2022).

C - Políticas do setor privado

A busca pela agregação de valor às matérias-primas de origem mineral é uma das principais diretrizes estratégicas do setor privado, particularmente da Federação das Indústrias do Estado de Goiás (Fieg) para o desenvolvimento da economia mineral goiana.

A mineração em Goiás, como em todos os estados onde está presente, gera empregos diretos, indiretos e induzidos e contribui para o crescimento dos municípios onde as minas estão instaladas, principalmente com a arrecadação da CFEM. Porém, é decisiva sua transição para uma economia de transformação mineral que viabilize uma indústria local com base na agregação de valor aos minerais extraídos, com geração de empregos mais sofisticados e em maiores quantidade e qualidade. Essa transição não é uma decorrência natural da extração de minérios e não se dá de maneira automática; ao contrário, requer políticas estruturais e consistentes no tempo.

O potencial do setor mineral goiano tem sido apresentado pela Fieg tanto em reuniões no Brasil como no exterior e sempre na perspectiva da atração de investidores para o estado. A instituição tem divulgado que a mineração tem grande representatividade no PIB goiano, com destaque junto aos setores de alimentos, laticínios, bebidas e outros. Assim, reconhecem-se os setores da mineração, moda e a industrialização da soja como essenciais para o desenvolvimento industrial do estado de Goiás, representando pilares estratégicos e prioritários para o avanço da indústria.

A perspectiva do setor privado, portanto, é o fortalecimento da cadeia mineral tanto a jusante quanto a montante, ou seja, seus fornecedores de bens e serviços, como uma estratégia de internalizar riquezas no estado. Esse objetivo ficou explícito na 1ª FFINEG (Feira dos Fornecedores das Indústrias do Estado de Goiás), ocorrida em 2022.

Nesse sentido, há um largo caminho a percorrer, assumindo-se o contexto e os minérios produzidos no Estado. O níquel, por exemplo, afora suas propriedades de uso na obtenção dos aços inoxidáveis, é um componente muito importante para a produção de baterias para carros elétricos, uma tendência mundial na indústria de automóveis, que visa sair da dependência dos combustíveis fósseis e que se encontra em pleno desenvolvimento na Europa e na Ásia. Em virtude disso, os projetos que antes estavam na gaveta ou parados foram reativados no Brasil, e Goiás está com importante janela de oportunidade aberta (Oliveira, 2023). A utilização de ouro em ligas metálicas (devido às suas propriedades de resistência a produtos químicos), de nióbio na produção de supercondutores e de agrominerais na produção de fertilizantes representa um potencial que pode, ao invés de gerar empregos em outros países, canalizar para Goiás os benefícios de suas riquezas minerais, desde que sejam criadas as necessárias condições para isso.

D - Políticas promovidas pelo Instituto Brasileiro de Mineração – Ibram

O Instituto Brasileiro de Mineração (Ibram) elabora e divulga estratégias para o setor, principalmente por meio da Exposibram[23]. No último evento de 2022, foram abordados temas como a descarbonização do setor enquanto uma das maiores oportunidades de novos negócios (e que faz parte das metas ESG). Igualmente houve destaque para a eletrificação das frotas de veículos como uma grande tendência a ser usada nas operações de minas.

A perspectiva de o Brasil se situar entre os líderes no fornecimento de minérios estratégicos e críticos para o cumprimento dos compromissos de agendas globais — como a de mudanças climáticas, descarbonização e eletrificação — foi um dos alvos do Ibram no evento, com a entidade defendendo uma política mais agressiva para a produção dos minerais críticos. O Ibram também enfatizou a necessidade de o Brasil ampliar a produção de agrominerais.

Quanto à produção de nióbio, o debate sobre esse metal afeta os rumos da produção goiana. O mercado global de nióbio, em 2021, registrou uma produção de mais de 110 mil toneladas. Destacam-se estudos sobre o uso de óxido de nióbio em baterias de veículos elétricos, para a obtenção de carga ultrarrápida, que permite carregar uma bateria de um veículo de porte médio em menos de 10 minutos.

[23] Pesquisa realizada em: https://exposibram2022.ibram.org.br/.

Quadro 17 – Box 2 - Expectativas de investimentos no setor mineral: como Goiás se posiciona no mercado nacional?

BOX 2

Expectativas de investimentos no setor mineral: como Goiás se posiciona no mercado nacional?

Segundo o Ibram, as estimativas de investimentos são crescentes para o setor mineral brasileiro nos próximos anos. Para o quadriênio 2017-2023, a perspectiva é de US$50 bilhões, 177% superior ao quadriênio 2017-2021 (Figura A). Entre os minerais com maior perspectiva de investimento estão o cobre (255%), passando de US$1,2 bilhão para US$4,5 bilhões, seguido pelo níquel (60%), de US$1,5 bilhão para US$2,3 bilhões no mesmo período. Esses minerais foram os de maior destaque em Goiás em 2022.

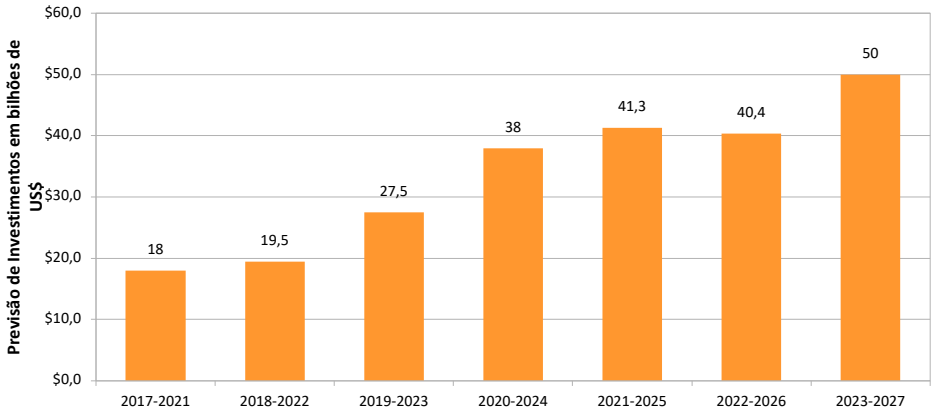


Figura A: **Estimativa de investimentos no setor mineral por quadriênio, Brasil**.
Fonte: IBRAM, relatório Setor Mineral 2022.

Contudo, ao analisar a localização dos investimentos previstos, os principais estados contemplados são Pará (32% do total), seguido por Minas Gerais (26%) e Bahia (23%). Esses três estados totalizam 82% do total dos investimentos previstos, enquanto Goiás responde por uma fração de somente 2,3% do total, atrás de Amazonas e Sergipe. Isso provavelmente ocorre pelo fato de o minério de ferro concentrar a maior parte dos investimentos, aproximadamente US$17 bilhões e por a extração desse bem se dar primordialmente no Pará e em Minas Gerais, fazendo com que o total se concentre nessas duas unidades da federação. Esse quadro de investimentos merece uma reflexão dos principais atores da mineração no Estado sobre os determinantes que motivam a realização do presente planejamento. É necessário também verificar formas de viabilizar um maior montante de investimentos ao estado goiano, tendo como base os minerais nos quais se tenha vantagem comparativa.

Fonte: Enríquez (2023).

Dadas as grandes tendências percebidas pelos mercados global, nacional e a perspectiva do setor produtivo, é de se esperar que as políticas e medidas regulatórias que estão sendo postas em pauta guardem uma estreita conexão com elas.

E - Prováveis medidas políticas e regulatórias e seus possíveis efeitos na cadeia produtiva mineral

As políticas previstas e medidas regulatórias não surgem ao acaso; elas nascem da busca por dar respostas a contextos e a situações específicas. Assim, para fins deste estudo, elas foram classificadas em quatro categorias:

1. Medidas que aumentam a segurança operacional da atividade de mineração: são aquelas relacionadas à defesa da integridade do meio ambiente e de questões socioambientais — como exemplo, as leis das barragens;
2. Medidas de eficiência e desburocratização: são as que contribuem para simplificação de processos, aumento de segurança jurídica e estabilidade de procedimentos para ter acesso às áreas a fim de exercer a atividade de mineração;
3. Medidas arrecadatórias: são aquelas especialmente voltadas para o financiamento dos gastos públicos e que implicam o aumento de custo operacional das empresas;
4. Medidas de estímulo**:** são as direcionadas ao incentivo para que a atividade de mineração busque a sustentabilidade e a criação de ambiente propício a projetos inovadores que, por exemplo, possam premiar a agregação de valor aos bens minerais extraídos.

Dessa forma, as principais medidas regulatórias e ordenamentos legais que estão sendo debatidos foram elencados de acordo com as quatro categorias descritas e seus possíveis efeitos foram estimados sobre a cadeia mineral. Tiveram-se em conta também as grandes tendências global, nacional e estadual e o contexto da mineração goiana.

Medidas que aumentam a segurança operacional

A maior parte das medidas de políticas regulatórias adotadas e em discussão no Brasil estão voltadas para a segurança operacional das minas e, em decorrência disso, para aumentar a confiança na mineração, ao criar as condições para deixar essa atividade mais segura. Isso fica bem explícito no Quadro 18.

Quadro 18 - Principais medidas regulatórias e legais voltadas para o aumento da segurança operacional e seus possíveis efeitos sobre o setor mineral a partir de 2000

Tema/ordenamento legal federal	Descrição e possíveis efeitos sobre a cadeia produtiva mineral
Legislação sobre barragens e segurança da barragem de rejeitos	Lei nº 12.334/2010: Política Nacional de Segurança de Barragens — o operador de uma barragem é legalmente responsável pela segurança da infraestrutura. Norma Técnica ABNT/NBR nº 13.028/2017 — regulamenta e especifica os requisitos mínimos. Resolução nº 143/2012 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos— define critérios gerais para classificação conforme a categoria de risco. Portaria nº 70.389/2017 — revisou critérios de classificação para barragens de rejeitos, requisitos do plano de ação emergencial e inspeções periódicas obrigatórias. SIGBM5 (Sistema Integrado de Gestão de Segurança de Barragens de Mineração) — permite a supervisão remota da segurança das barragens pela ANM. Resolução ANM nº 13/2019 — proibiu a construção de barragens a montante no Brasil, que se caracterizam por serem mais propensas a situações de instabilidade Lei nº 14.066/2020 — impõe regras mais rigorosas e inspeção para barragens, responsabiliza as mineradoras pela elaboração de um Plano de Ação Emergencial; estabelece multas de até US$200 milhões para mineradoras, caso descumpram as regras de segurança. Ademais, proíbe a construção de barragens de rejeitos perto de comunidades que estão dentro de um raio de 10km (dentro da ZAS ou da "zona de autossalvamento") ou dentro de uma distância correspondente ao tempo de chegada da onda de inundação de trinta minutos. Possíveis impactos na cadeia mineral: *Possibilidade de aumento de custos na mineração para atender aos novos critérios;* *Avanço nas tecnologias e nos serviços tecnológicos voltados para a mineração.*
Legislação sobre o fechamento de minas	Lei nº 14.066/2020 Art. 43-A. O titular de concessão de lavra deverá cumprir as obrigações previstas neste Decreto-Lei (...) Parágrafo único. A recuperação do ambiente degradado prevista no *caput* deste artigo deverá abarcar, entre outros, o fechamento da mina e o descomissionamento de todas as instalações, incluídas barragens de rejeitos, de acordo com a legislação Possíveis impactos na cadeia mineral: *Possibilidade de aumento de custos na mineração para atender aos novos critérios;* *Avanço nas tecnologias e nos serviços tecnológicos voltados para a mineração.*
Legislação sobre gestão de rejeitos	Lei nº 14.066/2020 Art. 43-A. O titular de concessão de lavra deverá cumprir as obrigações previstas neste Decreto-Lei (...) Parágrafo único. A recuperação do ambiente degradado prevista no *caput* deste artigo deverá abarcar, entre outros, o fechamento da mina e o descomissionamento de todas as instalações, incluídas barragens de rejeitos, de acordo com a legislação Possíveis impactos na cadeia mineral: *Possibilidade de aumento de custos na mineração para atender aos novos critérios;* *Avanço nas tecnologias e nos serviços tecnológicos voltados para a mineração.*

Quadro 18 - Principais medidas regulatórias e legais voltadas para o aumento da segurança operacional e seus possíveis efeitos sobre o setor mineral a partir de 2000

Tema/ordenamento legal federal	Descrição e possíveis efeitos sobre a cadeia produtiva mineral
Legislação sobre garimpos e pequena mineração	Lei nº 7.805/1989, Lei nº 6.567/1978 e Decreto nº 9.406/2018 — são regramentos específicos para concessões e outorgas de títulos de mineração artesanal de pequena escala, porém, de acordo com a OCDE (2022), o país não tem regramentos específicos de segurança e meio ambiente para atividades de mineração artesanal e tampouco para a área de saúde ocupacional e segurança desses trabalhadores. Lei nº 11.685/2008 — estabelece os direitos e obrigações dos garimpeiros. Portaria SGM/MME nº 108, de 11 de julho de 2019 — apresenta recomendações para dar maior apoio à formalização da atividade de garimpo. Possíveis impactos na cadeia mineral: *Possibilidade aumento da formalização da atividade (aumento do emprego?)*
Garantias financeiras sobre o fechamento de minas	Lei nº 14.066/2020 XXII - cumprir as determinações do órgão fiscalizador nos prazos por ele fixados § 2º (..) o órgão fiscalizador pode exigir, nos termos do regulamento, a apresentação não cumulativa de caução, seguro, fiança ou outras garantias financeiras ou reais para a reparação dos danos à vida humana, ao meio ambiente e ao patrimônio público, pelo empreendedor Possíveis impactos na cadeia mineral: *Possibilidade de aumento de custos na mineração para atender aos novos critérios;* *Avanço nas tecnologias e nos serviços tecnológicos voltados para a mineração.*
Ordenamento legal estadual	
Lei ambiental da Secretaria Estadual	Lei n. 20.694/2019 — dispõe sobre normas gerais para o licenciamento ambiental do estado de Goiás e dá outras providências. Possíveis impactos na cadeia mineral: *Possibilidade de aumento de custos na mineração para atender aos novos critérios;* *Avanço nas tecnologias e nos serviços tecnológicos voltados para a mineração.*

Fonte: Elaboração dos autores com base na legislação citada e em *Organisation for Economic Co-Operation and Development* (2022).

A maior parte da legislação federal voltada para o aumento da segurança operacional está associada à segurança das barragens, sua fiscalização e eliminação nos casos de barramentos a montante. Isso tem particular interesse para a mineração goiana, pois, segundo a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), há 18 estruturas críticas no estado, das quais três são para contenção dos rejeitos de mineração, uma em Crixás e duas em Ouvidor (Souza, 2022).

Outro tema relevante é a questão do fechamento de minas: muito embora a legislação não seja especialmente voltada para esse tema, ela o aborda e abre a possibilidade de exigência de garantias financeiras para isso, cuja regulamentação ainda não há. De forma ampla e em uma perspectiva de curto prazo, pode-se estimar que essas medidas impactarão no custo da operação mineral, mas certamente esse custo se diluirá no tempo pela maior segurança que proporcionará por conta de acidentes evitados.

No caso dos estados, seu papel na regulação minerária está limitado às suas competências

constitucionais, que se associam às questões ambientais, fiscalizatórias e de políticas de incentivo. No âmbito ambiental, a definição de competências para fazer o licenciamento ambiental de projetos de mineração concedeu aos estados o protagonismo de avaliar e licenciar grande parte dos projetos minerais, especialmente por conta dos seus naturais impactos.

Da mesma forma que na esfera federal, os impactos das políticas estaduais sobre a cadeia mineral, no sentido de ampliar a segurança operacional, são percebidos como um aumento de custo de produção.

No caso da pequena mineração e da mineração informal, segundo a Organisation for Economic Co-Operation and Development (2022, p. 22), "a legislação brasileira não define a mineração informal, o que dificulta a implantação de políticas e recursos orçamentários para formalizar os garimpeiros que não atuam em conformidade com alguns regulamentos". Todavia, a mineração informal pode ser definida como uma atividade de pesquisa e extração local de metais preciosos em pequena escala, pedras preciosas e gemas, bem como agregados para construção civil, que não cumprem as exigências legais requeridas para uma atividade de mineração licenciada. Apenas no Norte Goiano, há mais de 600 frentes de lavra, das quais a grande maioria é de pequena e média mineração, além de informal (Mirkhan, 2022). Nesse sentido, as medidas regulatórias para formalizar essas atividades podem ter um efeito positivo sobre o emprego.

Medidas de eficiência e desburocratização

No período recente houve um grande avanço das medidas voltadas para desburocratizar principalmente o acesso às áreas de mineração e também para aumentar a eficiência na tramitação dos processos minerários (Quadro 19).

Quadro 19 - Principais medidas regulatórias e ordenamentos legais previstos que estão voltados para o aumento da eficiência e da desburocratização e seus efeitos sobre o setor mineral
continua

Tema/ordenamento legal federal	Descrição e efeitos sobre a cadeia produtiva mineral
Sistema de outorga de áreas	Áreas livres – art. 18 Código de Mineração (direito de prioridade) Áreas por meio de transferência de títulos – art. 176, §3º CF88 + Portaria DNPM n. 155 de 2016) Áreas em disponibilidade – art. 26 / 32 / 65 Cód. Mineração + art. 45 Decreto 9.406/2018 e Resol. ANM 24/2020 (Leilão SOLPLE) Possíveis impactos na cadeia mineral: *Redução da incerteza na pesquisa mineral, possibilidade de redução do custo e aumento do emprego na pesquisa mineral.*
Simplificação de atos processuais para outorga	Resolução nº 20, de 3 de dezembro de 2019 da ANM — simplificação e sistematização da outorga de títulos minerários. Decreto nº 10.965, de 11 de fevereiro de 2022 Parágrafo único. A ANM estabelecerá critérios simplificados para análise de atos processuais e procedimentos de outorga, principalmente no caso de empreendimentos de pequeno porte ou de aproveitamento das substâncias minerais de que trata o art. 1º da Lei nº 6.567, de 1978. Possíveis impactos na cadeia mineral: *Aumento da segurança nos processos, possibilidade de redução do custo e aumento do emprego na pesquisa mineral.* *Avanço nas tecnologias e nos serviços tecnológicos.*
Direitos minerários como garantia para captação de recursos	Lei nº 14.514/2022 publicada no Diário Oficial da União ("DOU") em 30 de dezembro de 2022 "Art. 92-A. Os títulos e direitos minerários, inclusive o alvará de autorização de pesquisa, a concessão de lavra, o licenciamento, a permissão de lavra garimpeira, bem como o direito persistente após a vigência da autorização de pesquisa e antes da outorga da concessão de lavra, reconhecido com base neste Código, podem ser onerados e oferecidos em garantia". Resolução ANM nº 90/2021 Define as hipóteses de oneração e oferecimento de direitos minerários como garantia em operações de captação de recursos para o financiamento da mineração. Possíveis impactos na cadeia mineral: *Estímulo à expansão da pesquisa mineral e consequente aumento do emprego nessa etapa.*
Regulação e autorização da pesquisa e da lavra de minérios nucleares (1)	MP nº 1.133/2022 convertido na Lei nº 14.514/2022 —autoriza a participação da iniciativa privada na exploração de minérios cuja atribuição era exclusiva das Indústrias Nucleares do Brasil (INB). Essa MP altera a Lei nº 6.189, de 1974, que trata do monopólio da União sobre essas atividades. Decreto nº 11.235/2022 — autoriza o aumento de capital social da Empresa Brasileira de Participações em Energia Nuclear e Binacional S.A. (ENBPar) por meio do aporte das ações da União no capital INB. Dessa forma, a INB se torna uma estatal não dependente da União, passando a ter maior flexibilidade para estabelecer parcerias com a iniciativa privada. Possíveis impactos na cadeia mineral: *Estímulo ao avanço da exploração de minerais nucleares.*
Ordenamento legal estadual	

Quadro 19 - Principais medidas regulatórias e ordenamentos legais previstos que estão voltados para o aumento da eficiência e da desburocratização e seus efeitos sobre o setor mineral

conclusão

Tema/ordenamento legal federal	Descrição e efeitos sobre a cadeia produtiva mineral
Lei ambiental da Secretaria Estadual	Lei n. 11.414/1991 Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos e Minerais e dá outras providências. Possíveis impactos na cadeia mineral: *Redução da incerteza na pesquisa mineral, possibilidade de redução do custo e aumento do emprego na pesquisa mineral.*

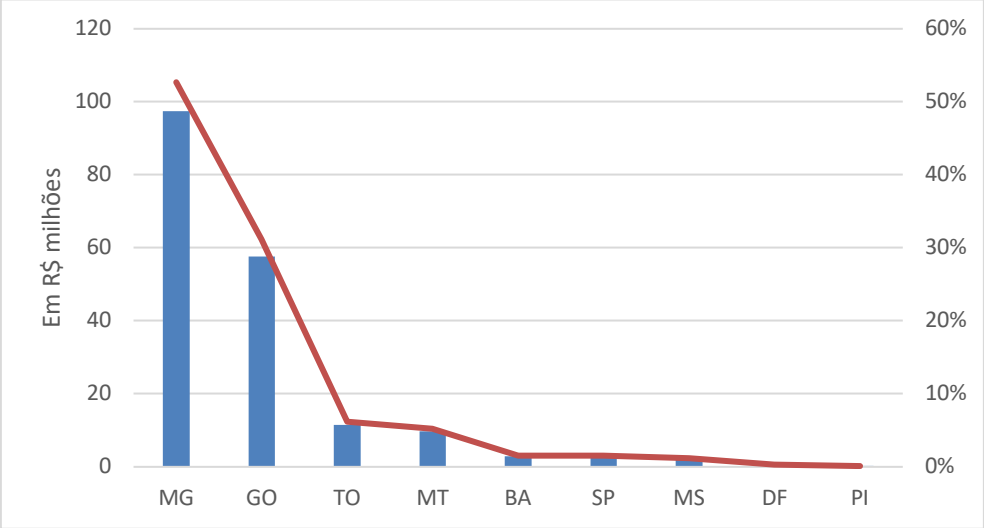
Fonte: Elaboração dos autores com base em (1) Heider e Siqueira (2022), *Organisation for Economic Co-Operation and Development* (2022).

A desburocratização do setor mineral foi um dos principais objetivos das novas regulamentações da atividade a partir de 2017. Desde a edição da MP 790/2017, normas que alteraram a dinâmica de aquisição de áreas para projetos de mineração foram adotadas. Com a perda de vigência da MPV 790/2017, ficou a cargo do Decreto Federal nº. 9.406/2018 regulamentar o processo de desburocratização (Brasil, 2017d, 2018). Um dos principais instrumentos foi a criação dos leilões das áreas em disponibilidade.

Antes desse novo modelo, a aquisição de novas áreas por prioridade representava um verdadeiro entrave, devido à sua morosidade e subjetividade, levando a um enorme passivo processual na ANM e a infindáveis disputas judiciais.

Já com o novo modelo de oferta pública e leilão, implantado a partir de 2020, desburocratizou-se o acesso por intermédio das sete rodadas, que já colocaram no mercado mais de 6.000 títulos. Segundo informações do Sistema de Oferta Pública de Leilões de área (SOPLE), das 16.869 áreas passíveis de serem leiloadas, Goiás responde por 2.023, o equivalente a 12%. No entanto, em termos de efetiva arrecadação de áreas já leiloadas, Goiás já ocupa o segundo lugar, respondendo por 31% (Gráfico 29), o que potencializa a possibilidade de atração de investimento para pesquisa e lavra e, por conseguinte, geração de emprego, renda e novos projetos para o estado.

Gráfico 29 - Rodadas de disponibilidade de áreas e arrecadação por Estado - 2022

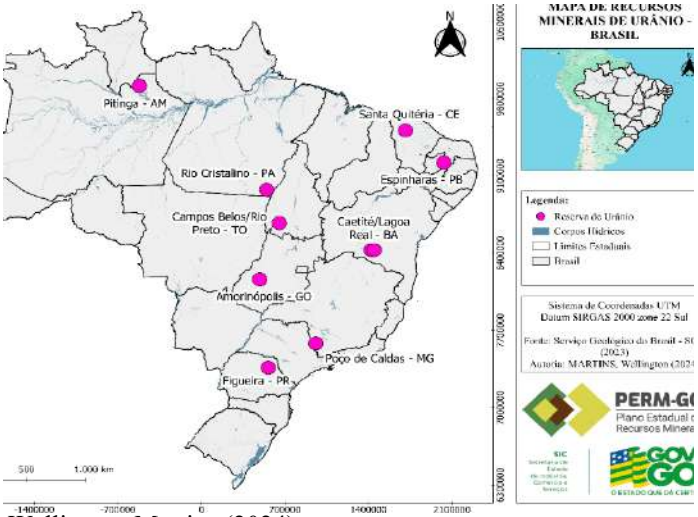


Fonte: Elaboração dos autores a partir de informações da Agência Nacional de Mineração (2022b).

Assim, mesmo que a área exija reestudo ou continuidade da pesquisa pelo novo adquirente, a análise prévia do processo minerário já pode, inclusive, indicar recursos e reservas - casos em que há relatório final de pesquisa (RFP) apresentado ou mesmo aprovado e estudo de pré-viabilidade.

A regulação e autorização da pesquisa e da lavra de minérios nucleares pode ter um efeito positivo na exploração dessa categoria de bens minerais em Goiás, haja vista a existência comprovada de depósitos desses minérios (Figura 14).

Figura 14 - Recursos minerais de urânio identificados no Brasil



Fonte: Wellington Martins (2024).

De cordo com Heider e Siqueira (2022), os fatores impulsionadores para uso do urânio são:

- Crise global de energia/crescimento mundial da demanda energética/forte impacto sazonal (no inverno);
- Elevado custo atual da energia (inflação da energia/impactos recessivos);
- Guerra Rússia x Ucrânia (corte do fornecimento de gás);
- Risco geopolítico (Cazaquistão) e econômico;
- Matriz limpa de produção de energia por pressão mundial (com redução da emissão de carbono);
- Melhoria dos projetos de reatores — confiabilidade/segurança e porte (modulares com 300/400 MW, com menor custo e maior eficiência);
- Demanda crescente de energia (por razões de segurança nacional e econômicas);
- Redução da vulnerabilidade interna e segurança de abastecimento (falta de energia/apagões);
- Novas projetos de reatores em nível mundial da China: 150 novos reatores até 2035;
- Melhoria da imagem da população frente ao uso de energia nuclear.

Esses fatores geram uma perspectiva positiva para o estado de Goiás também.
Outra importante medida de desburocratização e também de estímulo foi a edição da Resolução ANM nº 90/2021 (Agência Nacional de Mineração, 2021), sobre a adoção dos direitos minerários como garantia para captação de recursos. Era um antigo pleito do setor, que contribui para conferir maior segurança jurídica a essas operações.
Da mesma forma, a criação da *Invest Mining*, uma rede de pontos focais, formada por representantes de órgãos e instituições públicas e entidades privadas, que visa promover condições que favoreçam o financiamento da mineração no Brasil.

Medidas arrecadatórias

Nos últimos anos, tem se assistido ao crescimento de propostas visando ao aumento da arrecadação tributária sobre a atividade mineral (Quadro 20).

Quadro 20 - Principais medidas regulatórias e ordenamentos legais previstos que estão voltados para a arrecadação tributária e seus efeitos sobre o setor mineral

Tema/ordenamento legal federal	Descrição e efeitos sobre a cadeia produtiva mineral
Perspectiva da Reforma Tributária	Projeto de Lei nº 2.337/2021 A proposta prevê mudanças na tributação da renda de famílias e empresas, visando diminuir a cobrança de imposto de renda dos trabalhadores, e estimula o investimento nas empresas. PEC nº 45/2019 (Câmara dos Deputados) A proposta visa consolidar, em um único imposto, o IBS (imposto sobre Operações de Bens e Serviços) e cinco tributos: três federais (PIS/COFINS e IPI), um estadual (ICMS) e um municipal (ISS). A proposta prevê ainda regra de transição e a plena operacionalidade em 10 anos. PEC nº 110/2019 (Senado Federal) Prevê a substituição de nove tributos já existentes (IPI, IOF, PIS, Pasep, Cofins, CIDE-Combustíveis, Salário-Educação, ICMS e ISS) pelo Imposto sobre Bens e Serviços (IBS), nos moldes dos impostos sobre valor agregado (IVA). Possíveis impactos na cadeia mineral: *Possibilidade de aumento dos custos de produção das empresas.* *Possibilidade de estímulo à agregação de valor ao longo da cadeia por causa da simplificação .*
PLs que propõem aumento das alíquotas da CFEM	Projeto de Lei nº 840/22 Aumenta as alíquotas da CFEM sobre sete itens destinados à exportação: alumínio, bauxita, cobre, ferro, nióbio, níquel e ouro. As receitas extras serão destinadas aos serviços de saúde dos municípios (15%), dos estados (30%) e da União (55%). Possíveis impactos na cadeia mineral: *Possibilidade de aumento de custos de produção .*
Ordenamento legal estadual	
Criação da TRM	Lei nº 20.942, de 29 de dezembro de 2020 Institui a Taxa de Controle sobre as Atividades de Pesquisa, Lavra, Exploração e Aproveitamento de Recursos Minerais (TRM) e o Cadastro Estadual de Controle, Acompanhamento e Fiscalização das Atividades de Pesquisa, Lavra, Exploração e Aproveitamento de Recursos Minerais (CERM) no estado de Goiás e dá outras providências. Possíveis impactos na cadeia mineral: *Possibilidade de aumento de custos de produção e expansão do espaço fiscal do governo*
Fundeinfra	Lei nº 21.670, de 6 de dezembro de 2022 Dispõe sobre a criação do Fundo Estadual de Infraestrutura (Fundeinfra). Trata da melhoria no sistema de logística para o escoamento mineral. Possíveis impactos na cadeia mineral: *Possibilidade de redução de custos de produção pela melhoria na infraestrutura.*

Fonte: Elaboração própria a partir das leis citadas e da Agência Câmara de Notícias.

Além do imposto de renda pessoa jurídica (IRPJ), que é uma obrigação comum a todas as atividades produtivas, a tributação sobre a mineração no Brasil é composta por:

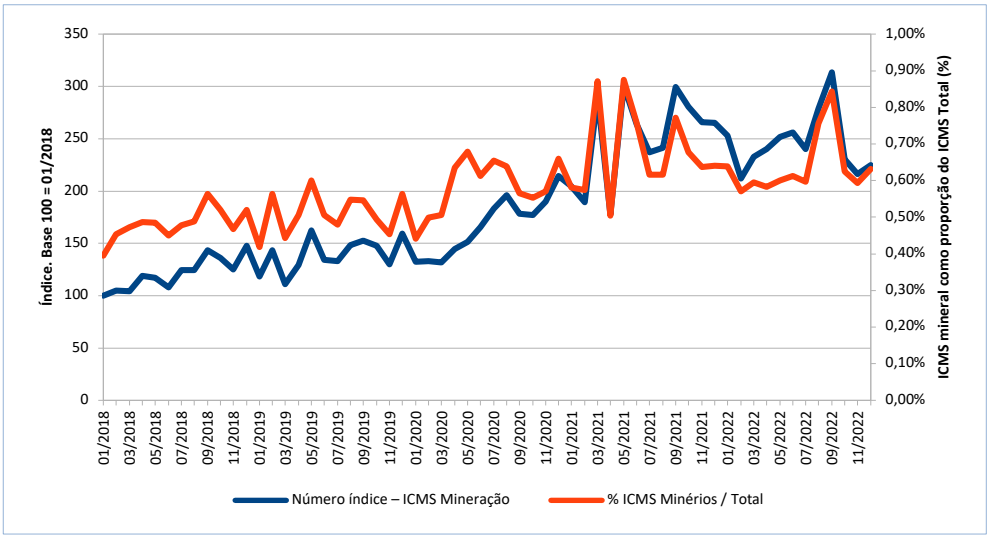
- CFEM, que decorre diretamente da extração mineral, e é de competência federal;
- Taxa Anual por Hectare (TAH), também de competência federal;

- ICMS incidente sobre a extração mineral ou fóssil[24] direcionado para o mercado doméstico;
- Taxa de Controle sobre as Atividades de Pesquisa, Lavra, Exploração e Aproveitamento de Recursos Minerais (TRM) (instituída pela Lei nº 20.942/2020) de iniciativa do estado (Goiás, 2020).

Segundo dados da Secretaria de Estado de Economia de Goiás, entre 2018 a 2022, o estado de Goiás apresentou um crescimento aproximado de 40% do ICMS arrecadado sobre a mineração, totalizando um valor de R$678 milhões naquele período. Contudo, quando se considera o ICMS mineral como proporção do total arrecadado de ICMS, evidenciam-se níveis bem reduzidos ao longo do período, sendo de 0,4% em 2018 e de 0,6% em 2022 (Gráfico 30).

Dessa forma, apesar do crescimento da arrecadação nominal de ICMS mineral ao longo da série, a sua participação no total de ICMS arrecadado permanece bem baixa. Assim, para que a arrecadação estadual seja potencializada, é fundamental que se desenvolvam cadeias produtivas para os principais bens minerais produzidos, de forma a vincular a extração do minério à sua agregação de valor em território goiano, ampliando os vínculos entre os setores e a maior agregação de valor aos bens minerais.

Gráfico 30 - ICMS mineral em números índices (2018 = 100) e ICMS mineral como proporção do ICMS total

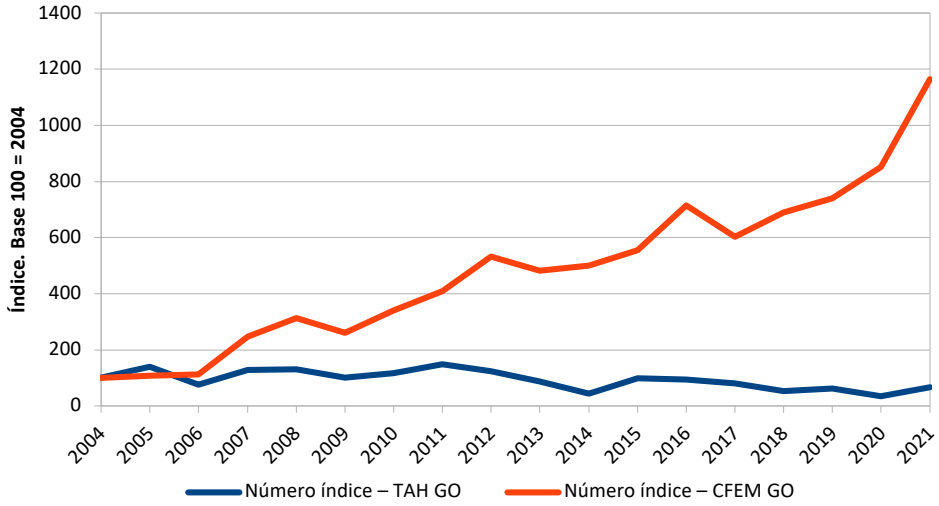


Fonte: Secretaria de Estado de Economia de Goiás – Demonstrativos da arrecadação estadual (Goiás, ©2023).

[24] Informações disponibilizadas pela Secretaria de Estado de Economia de Goiás no seguinte *link*: https://www.economia.go.gov.br/receita-estadual/arrecadacao-estadual.html.

Já nos casos da TAH e da CFEM, sua arrecadação comparativa de 2004 até 2022, mensurada em números índice com base em 2004, revela um crescimento expressivo da CFEM, enquanto a arrecadação de TAH se mantém em estabilidade (Gráfico 31). Esse quadro mostra expressivo aumento de receita para os municípios, que são os principais beneficiários.

Gráfico 31 - Crescimento na arrecadação de TAH e CFEM em números índice, base = 2004



Fonte: Agência Nacional de Mineração (2023b).

No âmbito tributário, vários estados instituíram Taxas de Fiscalização e Controle das Atividades Minerárias em seus territórios, especialmente após a decisão do STF sobre a sua constitucionalidade. Goiás instituiu a TRM em 2020 e desde então tem havido forte resistência por parte do setor produtivo. Todavia, persistem questionamentos jurídicos sobre a validade da TRM em Goiás.

Medidas de estímulo

Além das medidas voltadas para o aumento da eficiência no processo de concessão de títulos minerários (que, entre outros efeitos, destravaram principalmente o fluxo para áreas em disponibilidade), nos últimos anos houve também um conjunto de medidas especialmente voltadas para o incentivo à atividade de mineração no Brasil (Quadro 21).

Quadro 21 - Principais medidas regulatórias e ordenamentos legais previstos que estão voltados para o incentivo à atividade minerária

continua

Tema/ordenamento legal federal	Descrição e efeitos sobre a cadeia produtiva mineral
Programa Mineração e Desenvolvimento - PMD	Portaria nº 354, de 28 de setembro de 2020 (Brasil, 2020c) É o Plano de Metas e ações para o triênio 2020/2023, denominado Programa Mineração e Desenvolvimento (PMD), com o lema: "Desenvolver a mineração para desenvolver o Brasil. Brasil: uma mina de oportunidades". Possíveis impactos na cadeia mineral: *Possibilidade de redução dos custos na mineração.*
Mineração considerada uma atividade essencial	Portaria nº 135/20/MME (Brasil, 2020d) Atesta que os minérios são matérias-primas para quase todas as indústrias e para o agronegócio. Sem o suprimento de minérios, muitos setores podem correr o risco de desabastecimento, o que pode afetar o consumidor brasileiro. Seu objetivo é assegurar o abastecimento de insumos indispensáveis à sobrevivência, à saúde e à segurança da população enquanto perdurar a pandemia de covid-19. Possíveis impactos na cadeia mineral: *Processos para obtenção de títulos minerários e licenças tendem a ser mais ágeis, resultando em redução dos custos de transação.*
PPI para minerais estratégicos (1)	Decreto nº 10.657, de 24 de março de 2021 (Brasil, 2021d) Programa de Parcerias de Investimentos (PPI) da Presidência da República Institui a Política de Apoio ao Licenciamento Ambiental de Projetos de Investimentos para a Produção de Minerais Estratégicos - Pró-Minerais Estratégicos. Aos aprovados, o programa oferece apoio ao licenciamento ambiental e outras medidas necessárias à sua viabilização. Possíveis impactos na cadeia mineral: *Processos para obtenção de títulos minerários e licenças tendem a ser mais ágeis, resultando em redução dos custos de transação.* *Possibilidade de atração de maior investimento na mineração.* *Possibilidade de estímulo à agregação de valor ao longo da cadeia por causa da simplificação.*
Pró-Mape	Programa de Apoio ao Desenvolvimento da Mineração Artesanal e em Pequena Escala (Pró-Mape) Possíveis impactos na cadeia mineral: *Possibilidade de formalização da pequena lavra, resultando em aumento do emprego nesse segmento.*
Decreto do lítio	Decreto nº 11.120/2022 (Brasil, 2022b) Autoriza que empresas multinacionais gozem de liberdade total para explorar e comercializar o lítio e todos os derivados da substância. Para o MME, o decreto representa um passo fundamental para ampliar o olhar da indústria automotiva e para atrair investimentos para a produção de veículos elétricos no Brasil. Possíveis impactos na cadeia mineral: *Possibilidade de atração de maior investimento na mineração.*

Quadro 21 - Principais medidas regulatórias e ordenamentos legais previstos que estão voltados para o incentivo à atividade minerária

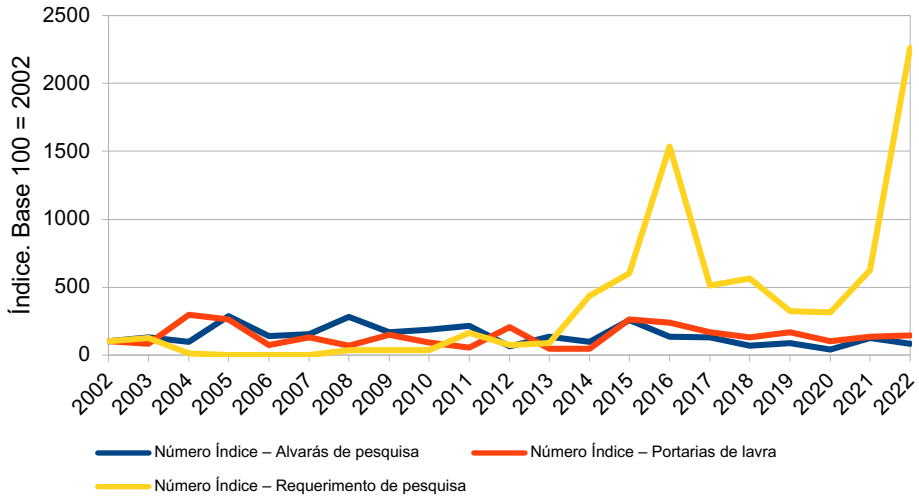
conclusão

Tema/ordenamento legal federal	Descrição e efeitos sobre a cadeia produtiva mineral
Iniciativa Mercado Minas e Energia (IMME)	Conjunto de medidas lançadas em dezembro de 2022 para assegurar investimentos, fortalecer o mercado e melhorar serviços e preços, destacam-se na mineração: • A proposta de instituição da Letra de Risco Minerário, da Cédula de Produto Minerário e do Patrimônio de Afetação Minerária e do Fundo Garantidor Solidário, além da criação de fundos de investimentos voltados para as cadeias de mineração e títulos de direitos minerários como instrumentos de captação de recursos no mercado de capitais. • Proposta de instrumentos de lavra, da exploração mineral em faixa de fronteira e para o compartilhamento de dados geofísicos de aerolevantamento. • Portaria nº 695/2022/GM/MME, que estabelece diretrizes para o procedimento de disponibilidade de áreas desoneradas. (Brasil, 2022c). Portaria Normativa nº 51/2022/GM/MME, que estabelece diretrizes para a estruturação e a disponibilização ao público de base de dados gerados em levantamento geológico (Brasil, 2022d) Possíveis impactos na cadeia mineral: *Possibilidade de atração de maior investimento na mineração e, por decorrência, mais oportunidade de emprego e renda.* *Possibilidade de incremento na eficiência alocativa, dada por transparência, previsibilidade, segurança jurídica e o conhecimento geológico.* *Incremento da produtividade de pesquisa minerária, obrigação de investimento mínimo — na fase de prorrogação da pesquisa minerária — e do aumento do valor da taxa anual por hectare, diante do não cumprimento da obrigação de investimento mínimo.*
Ordenamento legal estadual	
Elaboração do Plano Estadual de Mineração	Possíveis impactos na cadeia mineral: *Possibilidade de redução dos custos de transação na mineração por causa de transparência, previsibilidade e segurança jurídica.* *Possibilidade de estímulo à agregação de valor ao longo da cadeia em virtude das diretrizes governamentais.*

Fonte: Elaboração dos autores com base em Brasil (2022b, 2022c, 2022d) e Dinamite (2023).

Em Goiás, há fortes indícios de que essas medidas estejam se refletindo no aumento da procura por áreas para minerar (Gráfico 32).

Gráfico 32 - Alvarás de Pesquisa, requerimento de pesquisa e portarias de lavra em números índice - Base = 2002



Fonte: Elaboração dos autores com base em informações obtidas na Agência Nacional de Mineração (2023b).

Essa procura é ilustrada pelo forte aumento de pedidos de pesquisa no período recente. Entre 2002 e 2022, considerando-se os indicadores de alvarás de pesquisa mineral, portaria de lavra e requerimento de pesquisa é possível perceber um salto expressivo destes requerimentos. A pesquisa de fato expressa pelos Alvarás de Pesquisa também tem apresentado discreto crescimento desde 2018, comportamento semelhante ao das Portarias de Lavras.

O estado de Goiás passa por uma transição na gestão de seus recursos minerais: sai de uma fase caracterizada pela forte presença estatal por meio da Metago, do FunMineral e do Conselho de Fomento à Mineração, entre outros, que deixaram um importante legado em termos de fomento à atividade mineral e de qualificação de mão de obra especialmente voltada para pequena mineração[25]. Em consequência, o estado está em pleno processo de ressignificação de sua política minerária a partir de uma ampla discussão com a sociedade, com assessorias técnicas, com forte cooperação com a academia e com os demais *stakeholders* do setor. Essas ações definirão as novas estratégias para o setor mineral goiano e estarão dispostas no Plano Estadual de Recursos Minerais (PERM).

F - Prováveis efeitos das medidas políticas e regulatórias para as empresas de mineração em Goiás

Nesta parte se sintetizam de forma agrupada os possíveis efeitos das distintas medidas regulatórias para a atividade mineral. Essa síntese foi produzida a partir das tendências identificadas no mercado de bens minerais nos níveis global, nacional e estadual, tendo em mente o quadro regulatório vigente e em perspectiva de ser implementado (Box 3). Esse quadro é composto por medidas voltadas para o aumento da segurança operacional da mineração, o aumento da arrecadação tributária, da eficiência e da desburocratização ou ainda para o incentivo ao desenvolvimento da atividade mineral.

[25]. O Conselho de Fomento à Mineração aprovou muitos projetos de financiamento com recursos do Fundo de Fomento à Mineração (FunMineral), além de oferecer capacitação como o caso do curso de joalheria ministrado no Centro de Gemologia de Anápolis, entre outros.

Quadro 22 – Box 3 - Novas medidas políticas e regulatórias em estudo para empresas mineradoras

Box 3

NOVAS MEDIDAS POLÍTICAS E REGULATÓRIAS EM ESTUDO PARA EMPRESAS MINERADORAS

A partir das novas tendências e dos debates sobre as mudanças regulatórias, apresentam-se algumas dessas medidas e seus impactos para as empresas de mineração.

1 AS MEDIDAS REGULATÓRIAS E AS POLÍTICAS TRIBUTÁRIAS
Entre as principais medidas regulatórias para a mineração voltadas para arrecadação tributária destacam-se: a Lei da Taxa Mineral (TRM) e a proposta de majoração das alíquotas da CFEM.

1.1 TRM – Taxa Mineral
A cobrança da TRM em Goiás foi instituída pela Lei Ordinária nº 20.942/2020, que estabelece os valores em seu artigo 5º:
R$ 3,21 (três reais e vinte e um centavos) por tonelada de mineral ou minério não metálico extraído;
R$ 10,38 (dez reais e trinta e oito centavos) por tonelada de mineral ou minério metálico extraído.

Impacto da TRM
A criação de um novo tributo impacta os custos operacionais das empresas, mas, por outro lado, representa uma nova fonte de arrecadação para fazer face aos crescentes custos que as regiões mineradoras enfrentam.

2 VARIAÇÃO NAS ALÍQUOTAS DA CFEM
O PL 840/22, ora em tramitação no Congresso Nacional propõe, entre outros, o aumento das alíquotas da CFEM de 2% para 5,5%, no caso da extração do cobre, e de 1,5% para 5% para o ouro.

3 IMPACTO DAS POLÍTICAS AMBIENTAIS
Após os desastres ambientais, principalmente os de Mariana e Brumadinho, as exigências com relação à segurança das barragens têm crescido Brasil. Não obstante os novos regramentos, uma das soluções tecnológicas proposta é a introdução do processamento a seco que, além de eliminar a necessidade de barragens, reduz drasticamente o uso de água no processo mineral, assim como de equipamentos de operação de mina.

Fonte: Enríquez (2023).

O panorama global que afeta a mineração tem resultado em propostas de sentido duplo: uma expansiva, que responde às questões ligadas à transição energética para o enfrentamento das mudanças climáticas globais (Acordos de Paris *e Task Force*) e que requer maior oferta de minerais críticos (cobre, níquel, lítio, alumínio, terras rasas); e outra voltada para maior regulação, com foco na segurança operacional e ambiental como as medidas voltadas para a sustentabilidade (Princípios do Equador e Agenda 2030). Essas medidas podem contribuir positivamente com a mineração em Goiás, desde que o ambiente institucional favoreça o florescimento dessas oportunidades.

Além disso, a adoção dos conceitos ESG e o consequente cuidado com questões de

sustentabilidade contribuem para melhorar a reputação do setor, embora, em um primeiro momento, possam elevar os custos para obter as conformidades (economia circular, substituição de estrutura a úmido para contenção de rejeitos etc.).

Das medidas regulatórias nacionais que estão em curso, ou em discussão na ANM, no Congresso Nacional e nos estados, encontram-se as que estão voltadas para segurança operacional da mineração e que têm rebatimento sobre o custo de produção das empresas no curto prazo, mas que trazem ganhos importantes no longo prazo — ao contribuir, por exemplo, com a prevenção de desastres e acidentes e ao melhorar a reputação das empresas (Carrança, 2023). Há também as medidas voltadas ao aumento da eficiência, da simplificação processos e de desburocratização, principalmente, para obtenção de títulos minerários, como os leilões de áreas em disponibilidade e outras normativas nessa direção; essas medidas favorecem efeitos expansivos nas etapas da pesquisa mineral e, por decorrência, na mineração também.

Ainda no âmbito nacional, as propostas de simplificação do processo de licenciamento ambiental podem resultar em incentivo ao setor da mineração, a exemplo das várias normativas criadas na gestão do último governo, que tem contribuído para o estímulo das etapas de pesquisa e da extração mineral. Todavia, poucas foram as medidas voltadas para avanço no processo de agregação de valor aos bens minerais e para o adensamento da cadeia produtiva mineral (Carrança, 2023). Isso é preocupante, porque foi verificado que apenas o estímulo da fase extrativa é limitado em termos de geração de emprego e renda[26]. Tal fato justifica ser estratégica a existência de políticas que promovam um ambiente institucional favorável à expansão da indústria da transformação mineral em Goiás, com fator para canalizar os benefícios dos recursos naturais do estado.

Há também as medidas regulatórias voltadas para a arrecadação: tanto as medidas de abrangência nacional como as propostas de PLs para o aumento das alíquotas da CFEM, como as de área de competência do estado de Goiás (caso da implantação da TRM). Foi verificado, por meio da simulação dos balanços das empresas, que essas medidas afetam negativamente o custo de produção e podem ser um fator de desestímulo à mineração, porém a magnitude varia muito de acordo com a categoria de bem mineral e do porte da empresa, com impactos de leves a moderados. Os efeitos dessas distintas medidas estão sintetizados no Quadro 23.

[26] A busca de agregação de valor aos bens minerais e de diversificação produtiva deve ser uma meta no PERM-GO e o setor mineral pode ser o grande impulsionador desse movimento.

Quadro 23 - Síntese dos efeitos das medidas regulatórias sobre as distintas etapas da cadeia produtiva mineral e Goiás

Escala das medidas regulatórias	Cadeia produtiva mineral de Goiás				
	Geologia	Pesquisa mineral	Mineração	Transformação	Produtos acabados
			Metálicos, não metálicos, agrominerais, preciosos, agregados para construção civil, minerais críticos e estratégicos		
Global	↑	↑	↑	↔	↔
Nacional	↑	↑	↓ ↑	↔	↓
Estadual	↓	↓	↓	↓	↓
Setor privado	↔	↔	↑	↔	↔

Fonte: Elaboração dos autores.
Legenda: ↑ - Indiferente ↔ - Aumenta ↓ - Diminui

A partir das dinâmicas do cenário global, a perspectiva é de indiferença para as etapas de transformação mineral e de produtos acabados, pois as cadeias de valor não estão distantes do Brasil; estão localizadas na Europa, nos EUA e na China, que são os espaços que modernamente dominam as tecnologias de ponta. No caso brasileiro e do estado de Goiás, o cenário é de expansão para as etapas da exploração mineral e da mineração propriamente dita, considerando as demandas crescentes.

As políticas nacionais caminham para diferentes direções. As medidas de simplificação, de desburocratização e de estímulo têm contribuído para expandir a atividade de pesquisa, mas as políticas para o aumento da arrecadação têm sentido inverso. Não se percebem medidas de incentivo à agregação de valor aos bens minerais. Pelo contrário, os produtos da indústria de transformação deixaram de gozar da vantagem da tributação diferenciada para fins de exportação desde 1996, quando da desoneração dos produtos básicos e semielaborados para fins de exportação.

No âmbito estadual, as políticas regulatórias existentes são para o aumento da arrecadação com impactos adversos sobre o custo de produção, todavia convém destacar que a TRM está vinculada a melhorias na infraestrutura das estradas, o que contribui para a redução do custo-Brasil e, por conseguinte, do custo das empresas.

2.3.3.4 Observações pertinentes

Neste texto, buscou-se resgatar as principais medidas regulatórias que incidem sobre a mineração no Brasil. Foram destacados os principais marcos, antes e após a Constituição

Federal de 1988, que delinearam a atual configuração do modelo mineral brasileiro em geral e goiano em particular, tais como: direito de prioridade, separação do solo e do subsolo, essencialidade dos bens minerais, responsabilidade de recomposição da área degradada, desoneração das exportações de minerais, leilões de áreas em disponibilidade e títulos minerários, etc.

No período recente as medidas regulatórias também estão condicionadas pelo contexto global e pela dinâmica nacional. O contexto global está bastante influenciado pela transição energética para fazer face às mudanças climáticas. Isso, por um lado, conduz ao estímulo para a expansão da oferta de algumas categorias de bens minerais, mas, por outro lado, impõe padrões mais restritivos voltados para a descarbonização da indústria. Em um primeiro momento, isso pode resultar em algum aumento de custo operacional, no entanto, em um segundo momento, terá sua carga diluída no tempo, resultando em futuros ganhos pelo aumento da segurança que esses novos processos geram.

O contexto nacional também resulta em uma perspectiva dicotômica, de um lado, com várias medidas voltadas para o aumento da segurança da atividade em função dos grandes desastres ambientais vivenciados (que, de certa forma, tornam mais rigoroso o controle da atividade); de outro lado, há muitas medidas voltadas ao estímulo da expansão da atividade. Certamente a orientação mais liberal da política do governo jogou peso nisso. Com a esperada mudança da política econômica em função da alternância de poder, é provável que novas medidas, que visem maior agregação de valor à cadeia mineral, possam surgir, junto a medidas voltadas aos incrementos fiscais para os entes federativos, cujas propostas, majoritariamente, já se encontram na pauta de discussão da União e dos estados há algum tempo.

Importa ressaltar que, por ser uma demanda derivada, a demanda por bens minerais depende dos desdobramentos que ocorrem nos mercados consumidores de produtos finais. A intensa dinâmica desses mercados gera inovações tecnológicas para essa transformação. Nesse sentido, a passagem da mineração da “via úmida” para a “via a seco” demonstra ser uma forte tendência que pautará o setor mineral, uma vez que essa rota evita uma série de problemas futuros, além de posicionar a empresa nos conceitos ESG. Logo, seria conveniente refletir sobre a possibilidade de se propor um apoio dos estados a um incentivo no caso da transformação para mineração “a seco”.

Para Goiás também se abrem importantes janelas de oportunidades, em função dos tipos e das características de seus minérios. Vale destacar o nióbio como um mineral crítico, cujos produtos derivados têm alto valor agregado devido ao uso nos supercondutores e nas novas baterias para os carros elétricos, com a propriedade de carregamento rápido. Goiás pode elaborar políticas para usar esse bem com o objetivo de canalizar para o estado os benefícios da sua exploração,

mediante a produção de itens que possam ser impactantes na geração de emprego e no conhecimento científico e tecnológico. O mesmo raciocínio se aplica para os casos dos elementos de terras raras, do cobre e do ouro.

Para que ocorra uma discussão acerca da cobrança da TRM e do aumento das alíquotas de CFEM, assim como o aumento de custos da transformação para modernização tecnológica das empresas a fim de atender às metas de ESG, é necessário que se avaliem cuidadosamente os componentes de custos das empresas. O principal objetivo deve ser a maximização dos ganhos sociais decorrentes das atividades, visando conciliar maior arrecadação, necessária para a concretização dos investimentos sociais, com maior segurança ambiental das operações e menor impacto sobre as localidades.

2.3.4 Avaliação do futuro dos recursos humanos no setor mineral frente às novas tecnologias

O setor mineral, desde o início da sua implementação no Brasil, tem passado por diversas mudanças e uma das mudanças mais relevantes está relacionada à disponibilidade e à qualificação da mão de obra para o setor. Atualmente é cada vez mais relevante o fato de que os sistemas produtivos mudaram de forma significativa sua estrutura e forma de execução das atividades, e isso se reflete também na mineração.

Partindo do princípio de que, no início da produção mineral no país, esta era intensiva em mão de obra, necessitando de um grande o número de trabalhadores, e que essa realidade tem mudado significativamente nas últimas décadas, pode-se constatar que existe uma necessidade de adaptação no que se refere ao emprego e à utilização dos recursos humanos no setor.

O perfil da maioria da mão de obra do setor mineral era, em períodos passados, formado por trabalhadores com baixa qualificação que atuavam diretamente nas minas para realizarem efetivamente a extração e o transporte dos minerais até seu local de beneficiamento. O trabalho era, portanto, realizado por trabalhadores, de forma quase sempre braçal e com grande esforço físico. Dessa forma, a necessidade de qualificação profissional era baixa.

Com o surgimento do foco em aumento da produtividade por parte da indústria e também de debates, questionamentos e leis que têm como foco a proteção do trabalhador e também a proteção ambiental, iniciou-se um processo de modificação da forma de atuação da indústria da mineração, o que contribuiu com o surgimento de novos modos de produção no setor.

Dentre as mudanças surgidas nesse processo, uma das mais relevantes é relativa à mecanização e à automatização do setor da mineração. Várias etapas da produção foram saindo do modo de produção intensivo em mão de obra para uma produção intensiva em capital.

Essa migração do modo de produção alterou de forma relevante o perfil da mão de obra da

mineração. No modelo intensivo em capital, há inicialmente uma redução drástica na quantidade de trabalhadores necessários na produção mineral e, na sequência, surge a necessidade de qualificação dessa mão de obra, pois a automação trazida pelo novo modelo industrial exige também a mudança e a melhoria da qualificação profissional para atuar no setor. Instituições ligadas ao setor da mineração no Brasil, como o Instituto Brasileiro de Mineração (Ibram), já apontam desde meados dos anos 2000 a insuficiente quantidade de recursos humanos disponíveis para atuação no setor. Muito dessa escassez está ligada ao surgimento ou à expansão, ao longo do tempo, de outros setores intensivos em mão de obra, o que atraiu os trabalhadores do setor mineral. Entretanto, certamente a escassez está ligada também com a inexistência de trabalhadores qualificados para atuar no setor diante da nova estrutura de produção mais mecanizada, tecnológica e intensiva em capital. Existe no Brasil uma escassez de trabalhadores com esse perfil e que estejam disponíveis para trabalhar no setor mineral.

Nesse contexto, com a necessidade de trabalhadores mais capacitados, diante das mudanças tecnológicas e produtivas, sobretudo em um ambiente industrial cada vez mais exigente devido aos elevados riscos (produtivos, operacionais e financeiros) que envolvem o setor, é importante que se conheçam e compreendam algumas questões: quais as perspectivas futuras da produção; qual o impacto sobre o perfil da mão de obra do setor; e quais as perspectivas de capacitação e melhoria da qualificação dos recursos humanos necessários para o bom andamento da produção mineral.

Como resultado, surgem algumas perguntas como:

a) Qual o perfil da mão de obra requerida pelo setor mineral na atualidade?
b) Há no Brasil capacidade de formação dessa mão de obra?
c) A modernização do setor mineral avança para os moldes da indústria 4.0?
d) Quais os impactos dessa modernização em relação aos recursos humanos do setor, quais os entraves gerados e quais as possíveis soluções?
e) E, por fim, qual o futuro dos recursos humanos no setor mineral frente às novas tecnologias?

2.3.4.1 Mineração, tecnologia e perfil da mão de obra

O setor da mineração é uma área que, apesar de ter comportamentos conservadores quanto à migração para novas tecnologias, está bem à frente quando o assunto é pesquisa e desenvolvimento no cenário brasileiro. Apesar de constatada a escassez da mão de obra devido à alta especialização exigida pelos modelos de produção voltados para o uso da tecnologia, atualmente o setor mineral conta com uma concentração bem acentuada de profissionais

altamente qualificados.

Essa qualificação é exigida desde atividades simples, como operar um sistema operacional administrativo, quanto para funções mais específicas, por exemplo: manusear explosivos; operar máquinas de vários tipos, modelos e tamanhos etc. Assim segue todo o processo envolvido, visto que cada etapa não pode ser realizada por um simples operário ou equipes de operários com baixa qualificação. Todas as etapas da produção mineral devem ser executadas por alguém altamente capacitado e cercado por uma equipe tão capacitada e especializada quanto, com intensas horas em estudos e treinamento, para só então começar a operar qualquer função dentro do sistema produtivo do setor.

As máquinas que existem dentro do processo produtivo da mineração são de última geração e acompanham as principais e mais eficientes utilizações da tecnologia por meio da aquisição de novas máquinas ou de desenvolvimento/aquisição de *softwares* especializados, que reduzem o risco da produção e ampliam a capacidade de sucesso dos empreendimentos minerais, assim elevando a produtividade do setor e ampliando sua lucratividade.

Em relação aos profissionais que hoje atuam na mineração, eles possuem formação, capacitação e experiências altamente qualificadas e relevantes para o bom andamento das atividades do setor, contudo, como já dito anteriormente, existe uma lacuna, pois a formação de novos profissionais com as novas exigências cada vez mais tecnológicas não ocorre em número suficiente para atender à demanda da mineração. A exigência de profissionais cada vez mais integrados a todas as etapas do processo produtivo surge como uma quebra de paradigma da indústria, que durante décadas se direcionou para um modelo de produção totalmente segmentado, baseado na teoria fordista de produção focado na especialização do trabalho.

Agora, o surgimento de uma forma de produção que preza pela visão sistêmica e integrativa, aliada à tecnologia de ponta e à necessidade de qualificação de excelência, traz consigo a necessidade de mudanças na base da formação e qualificação profissional. Esse contexto gera uma lacuna nesse processo que somente a indústria 4.0 (I4.0) pode começar a preencher. Dessa forma, é necessário compreender o que é a indústria 4.0 e como ela impacta ou pode impactar a produção mineral.

A I4.0 exige a aplicação da inovação com a integração de cada indivíduo do processo no todo da indústria. Todas as tecnologias envolvidas na I4.0 fazem isto de alguma forma: fazem com que o indivíduo deixe de olhar apenas para aquela função específica para a qual foi contratado e olhe para todo o processo no qual ele está inserido e, além disso, como ele pode melhorar não só sua tarefa, mas todo o processo. Com a chegada dessa indústria, todos os envolvidos no processo precisam olhar como gerentes, supervisores, técnicos, especialistas, ou seja, ter uma visão sistêmica, pois tudo que engloba o processo depende desse olhar.

Dessa breve análise surgem algumas perguntas: Os profissionais atuais estão preparados para a indústria 4.0? A capacitação que os trouxe até aqui é o suficiente para levar adiante o trabalho realizado? A capacitação deve ser diversificada, porém diversificada no indivíduo ou em vários indivíduos com capacitações específicas? Estão as escolas, universidades, entidades de capacitação e as próprias indústrias capacitadas para formar pessoas capazes de operar dentro de uma indústria 4.0?

2.3.4.2 Indústria 4.0 e os impactos na formação da mão de obra

Tendo como foco o modo de produção desenvolvido através da indústria 4.0, antes de fazer uma avaliação do futuro dos recursos humanos no setor da mineração, é necessário compreender o que é a indústria 4.0 (I4.0) para, a partir de então, olhar para o futuro do humano e suas habilidades no setor mineral.

De acordo com Santos *et al.* (2019), a existência de novas tecnologias, o avanço do universo digital e sua aplicação nos processos produtivos têm levado as indústrias a migrarem para formas de produção adaptadas à nova realidade que relaciona a produção física com a gestão e a produção digital. A I4.0 utiliza esses mecanismos, possibilitando um aumento da eficiência, a redução de riscos e a elevação da rentabilidade de lucratividade.

Para Oliveira e Simões (2016), é a partir dessas estratégias que o processo da indústria 4.0 vem ganhando destaque e sendo denominado como a quarta revolução industrial. Já de acordo com Cavalcanti e Nogueira (2017), a indústria 4.0 caracteriza-se pelo uso de processos que utilizam máquinas gerenciadas por inteligência tecnológica, a exemplo da robótica colaborativa. É o que Stock e Seliger (2016) chamam de fábricas inteligentes.

Para esses autores, o desenvolvimento da indústria 4.0 tem se apresentado substancialmente presente nas indústrias de transformação, as quais utilizam a tecnologia para otimizar suas atividades e garantir resultados precisos em comparação com as empresas que não estão inseridas no modelo da indústria 4.0.

Segundo Cardoso (2016) o processo industrial tem se tornado cada vez mais “inteligente” e isto se deve à introdução da tecnologia da informação no chão de fábrica. Calussi e Hangai (2015) apontam que essa implementação da tecnologia da informação, impulsionada pelo uso de grande quantidade de dados digitalizados, das inúmeras redes de comunicação e do crescente aumento no poder de processamento computacional, contribuiu fortemente para o avanço da indústria “inteligente”.

Costa e Stefano (2014) apontam que indústrias inteligentes não são apenas aquelas que possuem um alto grau de automação, mas sim aquelas onde equipamentos e produtos se comunicam entre

si e desenvolvem atividades de forma autônoma, tomando decisões sem intervenção de operadores. Com o crescente desenvolvimento e a aplicação da Inteligência Artificial (IA), esse cenário se apresenta cada vez mais presente, transforma o modo de produção e intensifica a necessidade de adaptação de todos os setores produtivos, inclusive a mineração. Nesse contexto, o processo produtivo é mais conectado e integrado aos diversos setores, e as indústrias usam as informações em tempo real, o que facilita uma melhor tomada de decisão.

De acordo com o SESI-RS (2019), dentro dessa nova revolução industrial, trazida pela indústria 4.0, surgem novas linhas de conhecimento que estão cada vez mais presentes no dia a dia das pessoas e também das organizações. As principais são:

a) Inteligência Artificial;
b) *Big Data*;
c) IoT;
d) Produção Inteligente e Conectada;
e) Nanotecnologia, Biotecnologia e Materiais Avançados; e
f) Armazenamento de Energia.

Cada um desses conceitos e tecnologias atuam de forma específica e integrada, para melhorar e tornar mais eficiente a produção. Mas o que significa cada um desses conceitos e como eles estão ou podem estar presentes no setor mineral?

a) Inteligência Artificial (IA): segundo Coppin (2012), Inteligência Artificial envolve utilizar métodos baseados no comportamento inteligente de humanos e outros animais em linguagem de máquinas para solucionar problemas complexos. Assim, são algoritmos desenvolvidos para "pensarem" de uma forma muito específica e altamente especializada, uma função programada.

   Na mineração a aplicação da IA pode se dar através da utilização de várias outras tecnologias como geolocalização, análise de dados, construção de padrões por aprendizagem de máquina e capacidade de tomada de decisão através dos dados coletados.

   Essa tecnologia tem um papel fundamental para a otimização das tarefas através de Sistemas de Transportes Autônomos, reduzindo custos de operação com máquinas e manutenção, por ser capaz de analisar e decidir qual é a capacidade ideal de carga, trajeto a ser percorrido, local a ser explorado, menor impacto na natureza a ser causado e até quais pesquisas devem ser realizadas em benefício da eficiência do que outras.

b) *Big Data*: Toural, Coronel e Ferrari (2020) definem como a matéria-prima da aprendizagem de máquinas. Para Piccoli (2018), *big data* diz respeito a um grande

volume de dados, estruturados ou não, que são coletados de navegações, redes sociais, portais de compra ou no uso de qualquer aplicativo, ou seja, toda a tecnologia que se refere à coleta de dados, análise dos processos e estimação das análises e estatísticas.

c) IoT**:** A internet das coisas é o desenvolvimento e a aplicação da interligação de coisas, pessoas, produtos e serviços via internet, por meio da tecnologia de comunicação; de acordo com Colzani (2022), é a representação da revolução 4.0. Pode-se dizer que é o processo que conecta tudo.

Dentro de uma indústria ou na linha de produção da mineração, trata-se de conectar caminhões, esteiras, equipamentos de detonação, de britagem; implica ainda conectar os próprios funcionários, pois saber onde cada um se encontra dentro de um processo ajuda tanto na otimização das tarefas quanto na segurança dos processos. Enfim, a internet das coisas é a base de todo o princípio da I4.0, pois é através dela que se desdobram as outras tecnologias.

d) Produção Inteligente e Conectada: Somando as tecnologias de IA, *Big Data* e IoT, temos um cenário completo de informações captadas do que já aconteceu, podendo através disso construir cenários virtuais e do que está acontecendo. Logo, é possível construir cenários virtuais muito próximos do real ou tão reais quanto a própria realidade, porém dentro do campo virtual.

Feita essa construção com todos os dados, podem ser simulados cenários, elaborados planejamentos de frentes de desenvolvimento através de investimentos e de direcionamento de recursos já existentes. Podem também ser produzidos beneficiamentos altamente otimizados, com perdas próximas do insignificante, além de se contribuir com a segurança do trabalho pela quantidade de informação dada em tempo real aliada aos protocolos de segurança. Isso, em suma, é capaz de reduzir os acidentes de trabalho.

e) Nanotecnologia, Biotecnologia e Materiais Avançados: De acordo com Cezário Neto (2019), a biotecnologia envolve o emprego de engenharia genética, biologia celular e ciência da computação, intervindo no genoma de organismos vivos para obter ou modificar produtos, melhorar plantas e animais ou desenvolver micro-organismos voltados a fins específicos. Ainda segundo Cezário Neto (2019) é possível, por meio da manipulação de substâncias orgânicas, obter produtos e processos mais eficientes.

No que se refere à nanotecnologia, Cezário Neto (2019) afirma que ela envolve a manipulação de partículas em escala nanométrica, de modo a modificar características de materiais existentes e melhorá-los. Já para Zaneti; Creczynski (2008 *apud* Ferreira, 2018), nanotecnologia é definida como a arte de manipular a matéria em nível atômico,

construindo moléculas inéditas, com propriedades diferentes.

Ainda de acordo com Zaneti; Creczynski (2008 *apud* Ferreira, 2018), a nanotecnologia encontra aplicações em praticamente todos os setores industriais e de serviços, incluindo as nanopartículas, os revestimentos, catalisadores e nanocomponentes. A aplicação dessa tecnologia na produção amplia a capacidade produtiva e reduz os custos de produção após a maturação da aplicação.

Quanto aos materiais avançados, Cezário Neto (2019) afirma que abrangem os materiais comuns, que sofreram aprimoramento, e novos materiais, que apresentam desempenho superior aos tradicionais. Esses materiais melhoram a qualidade e a flexibilidade produtiva, o que amplia a capacidade e a eficiência de produção.

Todos esses itens estão à disposição da I4.0: com anticorrosivos atuando em ambientes e materiais especificamente programados, com redução de forma considerável dos recursos hídricos, com controle térmico e redução de resíduos, diminuindo o impacto ambiental e a emissão de CO2.

f) Armazenamento de Energia: De acordo com Cezário Neto (2019), o grande desafio energético da indústria é o armazenamento de energia. Considerando que máquinas e equipamentos movidos a combustão com liberação de CO2 estão com os dias contados, a quantidade de energia produzida através das tecnologias existentes está limitada, pois a demanda aumenta de forma desproporcional à quantidade produzida. Assim, a necessidade de desenvolver alternativas de produção e armazenamento de energia torna-se um grande desafio para todos os setores produtivos.

Há hoje pesquisas intensas no desenvolvimento de baterias eficientes na conservação de energia e pesquisas direcionadas a ações que atendam os diversos setores com configurações diferentes (junto a motores elétricos que consigam devolver um desempenho tão bom ou melhor que os de combustão). Tais pesquisas têm sido o esforço das indústrias de pesquisa e desenvolvimento para avançar na questão da disponibilidade energética e especialmente em fontes alternativas e mais eficientes de energia.

Essa nova realidade do desenvolvimento de novas tecnologias com novos materiais e novos processos produtivos traz uma mudança de paradigma especialmente quanto às estruturas de pensamento-base de sua fundação na construção da concepção industrial. E dentro desse contexto estão os trabalhadores.

Em um mundo altamente desenvolvido tecnologicamente e extremamente conectado, surge uma lacuna devido à qual profissionais não qualificados ficarão fora do processo inovador. Por sua vez, aqueles profissionais que se qualificarem terão espaço para atuar em um setor

tecnologicamente avançado e com a possibilidade de altas remunerações, devido à escassez dessa mão de obra e à necessidade da indústria de adaptação para o novo modelo produtivo.

Tessarini e Saltorato (2018) elaboraram um quadro (Quadro 24) no qual descrevem os possíveis impactos em relação ao mercado de trabalho. Nesse quadro, os autores apontam as possibilidades de redução e de criação de empregos, considerando as transformações tecnológicas por categoria de atuação/utilização.

Quadro 24 - Transformações x Empregos

TRANSFORMAÇÃO	REDUÇÃO DE EMPREGOS	CRIAÇÃO DE EMPREGOS
- Utilização de Big Data no controle de qualidade	- Especialistas em controle de qualidade	- Analistas de dados industriais
- Utilização de robôs, veículos autônomos e impressoras 3D nas linhas de produção	- Operadores de produção montagem e embalagem - Pessoal de logística	- Coordenadores de robôs - Engenheiros e especialistas em pesquisas e desenvolvimento
- Redes de suprimentos e linhas de produção autônomas e inteligentes	- Especialistas em planejamento de produção	- Especialistas em montagem e interpretação de dados
- Manutenção preditiva automatizada	- Técnicos de manutenção tradicionais	- Analistas de dados, sistemas e TI

Fonte: Tessarini e Saltorato (2018).

Considerando o apresentado por Tessarini e Saltorato (2018), cabe ressaltar que o novo modelo produtivo, baseado na I4.0, exige adaptação de todos: das organizações, da indústria propriamente dita, das instituições e do ambiente institucional e especialmente dos profissionais. É um momento de transição para um modelo no qual a tecnologia é presença marcante, e o olhar sistêmico e integrado dos profissionais é imprescindível.

O que se percebe hoje é um avanço da substituição da força de trabalho braçal por uma força de trabalho mais qualificada, com capacidade analítica e de execução de tarefas mais elaboradas, que exigem um conhecimento técnico ou capacidade de análise mais apuradas.

Um exemplo claro e que pode ser dado é de um operador de escavadeira que hoje, não necessariamente, precisa estar dentro da máquina e ter a necessidade de saber operar localmente os controles, mas, para a operação acontecer, é necessário saber de protocolos de conexão, leituras em painéis de mostradores com dados lidos do próprio equipamento e enviados para uma central, operando um *joystick* semelhante aos de videogames, com a responsabilidade de um profissional sabendo que qualquer movimento errado pode provocar graves acidentes de trabalho.

Ou seja, o profissional da indústria 4.0 é alguém com alta formação tecnológica e com visão sistêmica, capacidade de tomada de decisão e ordenação eficiente do trabalho. Dentro dessa

realidade da necessidade de profissionais capacitados e altamente especializados para um local específico da indústria, surge a necessidade da formação do profissional, totalmente necessária para proporcionar a esse novo modelo produtivo recursos humanos altamente qualificados e em quantidades suficientes para atuarem no setor.

2.3.4.3 A formação da mão de obra no contexto da indústria 4.0

Atualmente, a formação profissional dos trabalhadores na indústria mineradora ocorre predominantemente dentro das próprias empresas, revelando uma baixa integração entre os setores empresarial, governamental e acadêmico. Essa falta de alinhamento de interesses muitas vezes resulta em uma incapacidade de concretização das iniciativas, a menos que a própria indústria financie diretamente a formação de seus colaboradores.

Para que seja possível superar a escassez de recursos humanos nesse contexto, é necessário desenvolver e implementar políticas de desenvolvimento social e formação de pessoas para atender a essa nova realidade do mercado. Para Clark e Martins (2021), essas políticas devem visar integrar a formação sistêmica do indivíduo com a formação técnica, considerada fundamental, para o eficiente desempenho em um ambiente tecnológico e integrado, característico da indústria 4.0.

Tais ações devem ser empreendidas de maneira simultânea e integrada entre os setores público e privado, com o objetivo de aprimorar as condições de produção industrial e de promover a empregabilidade da população.

O foco principal do desenvolvimento e da capacitação dos profissionais na nova realidade industrial, tecnológica e conectada deve ser atender às demandas específicas da indústria, buscando construir uma base sólida de mão de obra qualificada para reduzir o desemprego resultante da falta de formação especializada. A resolução dessas questões requer uma abordagem abrangente por meio de políticas educacionais e de formação que sejam ao mesmo tempo sistemáticas e especializadas.

A colaboração entre o capital privado, o governo e a sociedade são essenciais para criar um modelo de ensino que atenda às necessidades de mão de obra da iniciativa privada, protegido e respaldado pelo poder público, além de abordar as lacunas sociais existentes.

Embora instituições de ensino como Senai e Sebrae desempenhem um papel significativo, a demanda por mão de obra qualificada para tecnologias emergentes ainda não é devidamente atendida. Muitas vezes, a demanda e a oferta de mão de obra estão desconectadas, com postos de trabalho disponíveis sem mão de obra qualificada para ocupá-las. Nesse cenário, por exemplo, os cursos de formação técnica oferecidos pelo Senai ainda refletem uma realidade

voltada para a indústria 3.0, evidenciando a necessidade urgente de adaptação.

Essa transformação requer uma abordagem colaborativa entre o governo e o setor privado, orientando as instituições de ensino na direção necessária para atender às exigências do setor produtivo. Nesse contexto, é crucial formar e capacitar a mão de obra específica para o setor mineral, alinhando os recursos humanos preparados para o futuro da indústria 4.0 por meio de políticas públicas eficazes de formação profissional.

Assim, os recursos humanos a serem preparados para o futuro de uma indústria 4.0 precisam estar direcionados por meio de uma política pública de formação profissional, que realmente coloque as pessoas em condições de atuarem no mercado de trabalho nesse contexto.

2.3.4.4 Observações pertinentes

A tecnologia, a integração dos sistemas, a inteligência artificial, a internet das coisas e um novo modo de produção têm se estabelecido de maneira acelerada, e o setor produtivo, em especial a indústria, tem se transformado rapidamente. A nova revolução industrial chegou e tem se tornado cada dia mais presente no cotidiano das pessoas e organizações.

A mineração deixa de ser um setor intensivo em mão de obra para se tornar intensivo em capital. Contudo, a mão de obra a ser empregada pela mineração no novo cenário é escassa, pois existem poucos trabalhadores com a qualificação necessária. Sendo assim, a mineração já sente a necessidade de uma mão de obra mais qualificada e adaptada ao novo modelo produtivo.

A escassez de profissionais qualificados e que saibam atuar de forma sistêmica e integrada, utilizando as ferramentas tecnológicas através de atividades digitais, tanto na forma presencial quanto virtual, tem se tornado cada vez mais latente.

O profissional que irá atuar no novo formato de produção da mineração, assim como de diversas outras áreas produtivas, ainda está em formação ou necessitando dessa formação. E esse é um ponto que merece atenção dos atores envolvidos no processo, especialmente do setor público, que é quem tem a capacidade de direcionar as ações macro para o desenvolvimento.

O olhar da política pública que tem como objetivo promover o desenvolvimento está muito relacionado com o lugar aonde estão sendo direcionados seus recursos financeiros de investimento e se esse é o objetivo. Logo, deve-se atentar para a aplicação de recursos na educação e formação de profissionais tecnologicamente preparados.

A mineração tem exigido a formação desses profissionais e necessita de atenção para essa questão, visto que o modelo tradicional de produção tem ficado cada vez mais longe no passado, enquanto o presente está sendo direcionado para um modelo altamente tecnológico, integrado e digital, em que as competências já não são as mesmas de antes. O profissional da

mineração é certamente um outro profissional e olhar para isso é olhar para o desenvolvimento.

O perfil do profissional do futuro mudou: não basta ter uma capacitação de execução de tarefas, pois estas atualmente são básicas ao seu conhecimento; é fundamental também deter habilidades e conhecimentos do todo, isto é, de toda a linha de produção, fora que resolver problemas de processos será o talento requerido desse profissional.

Conhecimentos de robótica e análise de *Big Data* serão tarefas do cotidiano dos profissionais e as instituições de ensino precisam atentar-se para fornecer esse conhecimento. Já o mercado de trabalho necessita de mão de obra que vai além de talentos; requer pessoas capacitadas para operar qualquer função e tarefas da linha de produção, resolvendo problemas, analisando dados, calibrando e mantendo equipamentos robóticos funcionando, buscando soluções que otimizam.

O desafio então é gerar condições para que os profissionais se capacitem de acordo com a necessidade atual, já buscando prever as futuras alterações que certamente virão, pois o avanço da tecnologia tende a ser cada vez mais intensificado. Os profissionais devem estar preparados para as mudanças.

2.3.5 Panorama das novas tecnologias para o setor mineral e possíveis impactos na economia de Goiás

Diante dos impactos que a mineração traz ao meio ambiente e dos conflitos que a envolvem, novas rotinas de produção/beneficiamento são necessárias diante das intensas alterações climáticas em curso causadas em razão da alteração dos ecossistemas. A mineração, desse modo, pode e deve adaptar-se às necessidades da sociedade não apenas do ponto de vista da produção dos minérios, mas também da preservação do planeta para futuras gerações. Para isso, a inovação tecnológica e a adequação dos circuitos produtivos é essencial.

As práticas de processamento a seco do minério e aproveitamento de novos sistemas de disposição de rejeitos que sejam alternativos às barragens, assim como a utilização de energias renováveis e a recuperação, reciclagem e reutilização de rejeitos e efluentes, são ações que levam a indústria de mineração a apresentar soluções analíticas preditivas, sustentáveis e eficientes para garantir a segurança ambiental e humana, melhorando significativamente a eficiência operacional das plantas de produção.

Há de se ressaltar, ainda, a capacidade multiplicadora para a economia da aplicação de novas tecnologias na mineração para desenvolver novos serviços e modelos de negócios no estado de Goiás.

O mercado oferece tecnologias inteligentes e completas para os diferentes segmentos da mineração. Todavia, ressalta-se que novas tecnologias com foco na eficiência da gestão

ambiental e da produção podem ser criadas em parceria com instituições de pesquisa de Goiás. Nesse caso, a finalidade é que novas soluções personalizadas possam ser desenvolvidas para aplicação nas diferentes etapas do processo de mineração, desde a exploração mineral até os produtos finais.

Diante desse cenário, este texto apresenta um panorama das novas tecnologias de aplicação no processo de beneficiamento dos minérios e tratamento de rejeitos, com foco na sustentabilidade e na eficiência produtiva, passíveis de aplicação no setor mineral em Goiás, destacando seus impactos positivos para a economia do estado.

2.3.5.1 Panorama de novas tecnologias aplicáveis à mineração

A mineração vem incorporando os avanços propiciados pela Quarta Revolução Industrial, fato que tem recebido a denominação de "mineração 4.0". Os novos processos buscam maior rentabilidade, mais segurança ao trabalhador, ao meio ambiente e geram novas oportunidade, novos produtos e ampliam as perspectivas.

Nessa abordagem, as máquinas usam auto-otimização, autoconfiguração e até mesmo inteligência artificial para completar tarefas complexas, a fim de proporcionar eficiências de custo e bens ou serviços de melhor qualidade (Bahrin *et al.*, 2016). Dentre as novas tecnologias e avanços para uso na mineração, pode-se destacar:

- *Business Intelligence* (BI) e computação em nuvem: permitem reunir grande volume de dados, facilitando a gestão em pontos diferentes de trabalho, o planejamento, o monitoramento e a operação remota. Ainda, a análise de dados e de sistemas integrados das operações unitárias das minas é possibilitada por *softwares* de inteligência artificial. Novas tecnologias compilam dados confiáveis em tempo real e oferecem a visão integral do local de exploração mineral, possibilitando desenvolver estratégias assertivas com maior facilidade. Os primeiros passos para a otimização são análises de metas, maior eficiência e inúmeras aferições de qualidade do produto final (Indústria, 2022);
- Sistemas autônomos e inteligência artificial (IA): geram múltiplas funcionalidades para a integração das informações, reduzem a necessidade de pessoal em algumas atividades e tornam mais ágil e eficiente o fluxo operacional;
- Drones**:** permitem mapeamentos geológicos, geotécnicos e alvos de extração, geram dados para modelagem digital de terrenos e superfícies, propiciam avaliações diversas das operações, entre outras funcionalidades;
- Maquinários de operação remota: são equipamentos inovadores que, devido à aplicação de inteligência artificial e tecnologias de comunicação, GPS, etc., como caminhões,

> trens autônomos, escavadeiras e perfuratrizes, são passíveis de se controlar remotamente. O controle feito de forma remota (a partir centros de operação), os laboratórios especializados que desenvolvem soluções sob demanda e o constante investimento na especialização de profissionais integrados à era digital são a força motriz que impulsiona a nova era de produção e interconexão dos negócios (Indústria, 2022).

Essas mudanças na forma de minerar vêm otimizando processos operacionais e colocando as empresas e a atividade mineral em condições de atender às pautas ambientais e sociais. Dentre os benefícios que se pode proporcionar, estão a sustentabilidade ambiental e social, a produtividade com novos processos e equipamentos e, por fim, a segurança das operações o que permite externalidades positivas.

Outras preocupações que se pode discutir estão relacionadas às tecnologias para extração e ao beneficiamento dos minerais, que atendam aos apelos sociais e ambientais, tais como: processamento a seco, aproveitamento e sistemas de disposição de rejeitos, que serão tratados a seguir.

2.3.5.2 Tecnologias para beneficiamento mineral

As tecnologias para o beneficiamento de minérios são desenvolvidas de acordo com as diferenças de propriedades de cada tipo de minério explorado. Logo, são pensadas de forma personalizada para cada minério extraído, levando-se em consideração, também, a capacidade produtiva das minas.

A etapa do processamento mineral pode se dar de forma úmida (adição de água) ou seca (sem adição de água), e esse processo está relacionado diretamente à granulometria de liberação do minério de interesse. O processamento úmido é o mais utilizado em razão de sua tradição na indústria da mineração, assim como de sua viabilidade técnica e dos custos. Entretanto, é o mais prejudicial ao meio ambiente devido à grande quantidade de água necessária na linha de beneficiamento e dos problemas sociais e ambientais que envolvem a construção de barragens de rejeitos.

Moraes *et al.* (2017) destacam que a granulometria de liberação dos bens minerais é, de forma geral, da ordem de 100 µm. Todavia, nas últimas décadas, tem-se verificado um empobrecimento das jazidas de minérios, o que resulta na lavra e no beneficiamento de minérios mais complexos e finamente disseminados, com intervalo de liberação da ordem de 100 µm – 10 µm. Logo, esse cenário tem forçado a geração de novas tecnologias de beneficiamento que visam à micronização de materiais. Atualmente, há no mercado tecnologias disponíveis para

processar materiais com granulometria da ordem de 2 µm.

Moraes *et al.* (2017) destacam igualmente que o processo de separação física dos minérios é e ainda será o processo mais empregado na indústria da mineração. As tecnologias utilizadas são agrupadas em duas categorias: em primeiro lugar, gravítica e magnética; em segundo lugar, de flotação.

As separações gravíticas e magnéticas são consideradas as tecnologias de separação mineral mais antigas e difundidas. Elas podem ser aplicadas a uma série de bens minerais e possuem como ponto positivo a não necessidade de uso de reagentes químicos, trazendo menos riscos de impacto ambiental negativo no momento da disposição dos rejeitos. Para ambas as técnicas, o equipamento selecionado deve ser específico para o tamanho e a forma das partículas a serem separadas, assim como o valor do minério explorado e a eficiência que se pretende alcançar ao longo do processo.

Na separação gravítica, os equipamentos mais utilizados, do ponto de vista da difusão e da modernidade, são o Jigue Centrífugo Kelsey e os separadores Knelson e Falcon. Esses equipamentos são capazes de processar minérios com granulometria de 50 µm a 15 µm, a depender da densidade do bem mineral (Moraes *et al.*, 2017).

Já a separação de flotação, apesar da vasta quantidade de estudos realizados ao longo de mais de um século, é a menos utilizada e não foi completamente entendida ainda. Além disso, a eficiência dessa técnica também está sujeita à seletividade gerada pelos vários reagentes químicos utilizados no processo de separação dos minérios, seguido de três fases de mistura hidrodinâmica e dependente da eficiência do equipamento de flotação e da sua configuração. Além do mais, essa não é uma técnica de ampla aplicação para qualquer tipo de minério, sendo mais eficiente para minerais cuja granulometria de liberação seja muito fina.

O Quadro 25 a seguir destaca alguns desafios e oportunidades de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) relacionados às três técnicas de beneficiamento mineral tratadas neste texto.

Quadro 25 - Desafios e oportunidades de PD&I no beneficiamento de mineral

DESAFIOS	Entendimento dos fenômenos de química de superfície dos minerais para atuação no dia a dia do processo.
	Avaliação de partículas com granulometria < 10 µm.
	Formação de recursos humanos.
	Desenvolvimento de processo de separação de baixo custo para viabilizar a exploração de depósitos marginais.
	Reúso da água com descarte zero.
	Desenvolvimento de processo eficiente para recuperação de partículas finas e grossas.
OPORTUNIDADES DE PD&I	Mineralogia quantitativa mais rápida.
	Normalização técnica da mineralogia quantitativa.
	Metodologia compreensível: balanço elementar e massa.
	Monitoramento de química e superfície em tempo real.
	Modelamento/simulação de *design* de equipamento.

	Geometalurgia.
	Rastreamento do minério e reconciliação de dados mina-usina.
	Sinergia entre técnicas de separação gravítica.
	Tecnologia de separação multiforça (gravítica/magnética).
	Separação magnética supercondutora.
	Separador Eddy *current* (< 1 mm).
	Novos reagentes (específicos) e flotação em baixo pH.
	Máquinas de flotação de alta capacidade, mais flexíveis e com baixo consumo de água.

Fonte: Moraes *et al.* (2017).

Os desafios e as necessidades de PD&I apresentados pelo quadro 1 estão presentes nas várias etapas que integram o processamento de minérios e têm como foco o aumento de eficiência, redução de consumo de energia, aumento da vida útil da mina, redução da quantidade de rejeitos a serem dispostos e a qualidade ambiental.

São oportunidades importantes a serem observadas no processo de modernização do beneficiamento dos diferentes minérios extraídos em Goiás. Também podem ser objeto de estudos e inovações das empresas instaladas em seu território, assim como das instituições de pesquisa presentes no estado, com possíveis efeitos reais para a economia estadual e dinamização do setor mineral.

As atividades mineradoras geram uma grande quantidade de resíduos sólidos. Dentre os mais volumosos, destacam-se os resíduos resultantes de processos de extração (o estéril) e os de beneficiamento (os rejeitos). Os processos de beneficiamento do minério visam extrair os elementos de interesse econômico (produto final). Eles têm a finalidade de padronizar o tamanho dos fragmentos, remover minerais associados sem valor econômico e aumentar a qualidade, a pureza ou o teor do produto final. Os procedimentos empregados são muito variados, pois dependem basicamente do tipo e da qualidade do minério a ser extraído (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2012).

2.3.5.3 Mineração a seco como uma tendência

Ainda praticado em diversos municípios de Goiás e do Brasil, o beneficiamento de minérios em rotinas úmidas pressiona pelo uso da água, gerando conflitos socioespaciais e ambientais. O tratamento mineral a seco é, portanto, uma alternativa viável ambiental e socialmente, já que diminui a necessidade do uso da água e, ao mesmo tempo, evita a construção de barragens de rejeitos.

As tecnologias aplicadas para um processo de mineração a seco são tendências na atualidade no setor e tem como foco alinhar a mineração aos novos princípios ambientais necessários à manutenção da qualidade dos ecossistemas. Apesar de apresentar desafios e oportunidades de

desenvolvimento científico e tecnológico, esse tipo de mineração passa pela premissa simples de não utilização da água no processo de separação dos bens minerais.

Todavia, esse tipo de beneficiamento ainda carece de aperfeiçoamento e abre oportunidades para inovações tecnológicas. As técnicas adotadas na atualidade para a separação a seco dos minérios ainda esbarram nos custos do processo e na eficiência. Embora exista tecnologia para processamento a seco, só pode ser replicada para pequenas escalas, já que para grandes escalas ainda não existe uma tecnologia provadamente eficiente e que atenda às necessidades produtivas do setor mineral.

Diante desse cenário, a tendência para as mineradoras é investir num processo de "tratamento do rejeito" para diminuir os riscos de acidentes com barragens, sendo essa uma solução inteligente e de menor impacto ambiental e social. Um dos métodos mais utilizados é o *Dry Stacking* ou "empilhamento a seco". Essa tecnologia possibilita o beneficiamento do minério com pouquíssima ou quase nenhuma água, já que a "sobra" do processamento é filtrada e colocada em grandes pilhas, substituindo o uso das tradicionais barragens, e a água é reutilizada. Na prática, o rejeito produzido passa por um filtro que atua como uma prensa, reduz a lama de rejeitos (sem umidade) e dá origem a um material seco e de fácil empilhamento. Esse tipo de tecnologia gera um processo mais sustentável, pois a filtragem pode garantir o reaproveitamento de em torno de 90% da água utilizada no processo (Alves, 2020). Geram-se afinal produtos que podem ser utilizados para pavimentação de asfalto e tijolos para a construção civil.

Não é possível afirmar que a substituição de barragens por pilhas de rejeitos zera o risco ambiental, porém há uma redução dos danos causados ao meio ambiente e à sociedade em decorrência da exposição ao material rejeitado. Após o acidente envolvendo a barragem de Brumadinho, a Agência Nacional de Mineração publicou a Resolução n° 13, de 18 de agosto de 2019 (Brasil, 2019b), por meio da qual determina, por completo e até 2027, a descaracterização das barragens a montante com rejeitos de mineração.

No Brasil e em Goiás, importantes plantas de extração mineral têm investido bilhões de reais nessa adequação. Empresas como a Vale do Rio Doce e a Anglo *Gold* Ashanti já iniciaram esse processo de transição. Porém, é necessário destacar que essa é uma mudança mais difícil de ser replicada em média e pequenas plantas de mineração em razão dos elevados custos envolvidos.

2.3.5.4 Tecnologias para o tratamento de rejeitos

Wolff (2009) destaca que, para a indústria mineral, os rejeitos de minérios são classificados como: rejeitos grossos ou granulares (maiores que 50 µm); rejeitos finos (entre 10 e 50 µm); e

lamas ou rejeitos ultrafinos (partículas menores que 10 μm). O ideal é que os rejeitos gerados pelo processo de beneficiamento não contenham minérios de interesse. Entretanto, estudos mostram que há um elevado percentual de minérios não separados e descartados junto com outros materiais.

Com relação ao minério de ferro, Wolff (2009) apresenta que o teor de ferro no rejeito pode variar de 10% a 60%. Nas últimas décadas dos anos 1900, estimou-se que 1/3 do fosfato, 1/3 do cobre, em torno de 10% do minério de ferro lavrado nos Estados Unidos, 50% do estanho na Bolívia e 20% do tungstênio lavrado no mundo foram perdidos na forma de rejeito (Fuerstenau, 1998).

Esse cenário é um alerta que impacta diretamente na eficiência do setor da mineração, pois se estava permitindo que milhões de toneladas de minérios de interesse fossem desperdiçados nas pilhas de rejeito. Assim sendo, estudos e tecnologias vêm sendo desenvolvidas nos últimos anos com foco na minimização desse problema produtivo e, ao mesmo tempo, ambiental, no Brasil e no mundo. As novidades geram importantes técnicas e tecnologias focadas na linha de recuperação dos bens minerais de interesse contidos nos rejeitos para sua reutilização nos mais variados segmentos industriais.

Moraes *et al.* (2017) destaca que, entre 2001 e 2016, foram registradas 10.271 patentes relacionadas ao tema de rejeitos no mundo — a maioria requerida na China, o que demonstra um crescimento no interesse do mercado pelo tema. Parte significativa das patentes considera como solução para o desperdício de minérios em pilhas de rejeito a atuação interdisciplinar.

Quanto às tecnologias produzidas, verificou-se que a separação magnética e as técnicas hidrometalúrgicas são as mais recomendadas. Para o grupo das tecnologias de processamento de resíduos, destacam-se as seguintes tecnologias: de pedreiras, mineração e similares; de processos metalúrgicos; da indústria da construção ou da cerâmica; por peneiramento; por separação magnética; e para a obtenção de fertilizantes. Já para o grupo das tecnologias relacionadas ao processamento de metal, destacam-se as tecnologias por hidrometalurgia e para a recuperação de metais em resíduos (Moraes, *et al*, 2017).

Na esteira dessas preocupações, a Universidade Federal de Viçosa (UFV) desenvolveu o beneficiamento móvel denominado Tecnosolo, que consiste em uma unidade móvel que permite o beneficiamento do minério na própria mina, que será posteriormente utilizado na reabilitação ambiental das áreas mineradas. O resultado do processo é “um substrato mineral enriquecido em nutrientes, que será produzido a partir do rejeito da mineração, configurando-se como uma alternativa tecnológica para o reaproveitamento desse material” (Agência Minas, 2023).

Várias *startups* estão privilegiando trabalhos que visam ao reaproveitamento de rejeitos de mineração. Vejamos alguns casos:

- EcoMud — empresa que tem como foco a utilização da lama de rejeitos para o desenvolvimento de pavimentação de alta durabilidade;
- *Element* — a partir de rejeitos arenosos provenientes da Samarco, a empresa apresentou uma solução voltada para o mercado de ferrossilício, com foco na fabricação de aços especiais;
- GMTech — a empresa focou na construção civil e trabalhou no desenvolvimento de uma argamassa que utiliza 50% de rejeito arenoso em sua composição.

2.3.5.5 Impactos para a economia goiana

Os impactos dessas inovações na economia do estado de Goiás estão atrelados a um posicionamento de vanguarda pelo estado. Um giro de 360 graus deverá ocorrer para se atingir o patamar da quarta geração industrial num menor tempo possível. Isso está vinculado à necessidade de investimentos em educação para novas tecnologias. O processo já se iniciou com os investimentos priorizando as pesquisas de ponta tanto para a graduação como para a pós-graduação (*stricto sensu*). Já existem ações em andamento, como a veiculada pela Secretaria do Estado de Goiás em Tecnologia e Inovação:

> O Centro de Excelência em Inteligência Artificial da Universidade Federal de Goiás (CEIA-UFG), que tem apoio do Governo de Goiás, vai receber investimento de R$60 milhões do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii). O CEIA foi selecionado para ser o Centro de Competência de Tecnologias Imersivas Aplicadas a Mundos Virtuais, onde serão realizadas pesquisas que visam simular o mundo físico por meio da realidade virtual (Agência Cora Coralina, 2023, §1º-2º).

Outra ação a ser destacada é que,

> A Universidade Estadual de Goiás recebeu em 2023 R$12 milhões em fomento à pesquisa, pós-graduação e inovação. O recurso disponibilizado fomentará 83 laboratórios de pesquisa, 17 programas de pós-graduação, 23 projetos de pesquisa na área de bioinsumos e outros 57 projetos de pesquisa universais, distribuídos em 25 municípios de Goiás onde a UEG está presente. Foram investidos cerca de R$1,8 milhão, com recursos próprios da UEG e emendas parlamentares, para esse incremento na frota própria da Universidade. Os veículos serão utilizados para a logística de servidores a trabalho, discentes e docentes em aulas de campo, transporte de equipamentos e materiais, entre outros (Universidade Estadual de Goiás, 2023, §1º).

Existem políticas públicas de incentivo a novas tecnologias tais como: o Plano Brasil Maior, o Plano Inova Empresa, o Sistema Brasileiro de Tecnologia (Sibratec), e a Empresa Brasileira de

Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii) são citados na ENCTI como elementos aceleradores do desenvolvimento científico e tecnológico do país a que o estado de Goiás tem acesso e de que tem se beneficiado economicamente.

A indústria minerária também tem se posicionado, com aquisição de maquinários pesados com alta tecnologia. De um lado, são altos investimentos; de outro, há um aumento de produtividade que vai gerar para o estado de Goiás divisas relacionadas à exportação do minério e à compra e venda de maquinário necessário a essas inovações.

Barro Alto, Ouvidor, Catalão, Pilar de Goiás e Mara Rosa contaram com um investimento de US$145 milhões em inovações para a indústria de mineração. Em Crixás, a barragem da Anglo *Gold* investe R$320 milhões, e Niquelândia e Barro Alto receberam R$320 milhões em tecnologias da Anglo *American* (Alves, 2023). Esses e outros são exemplos de investimentos que Goiás está recebendo ao longo dos últimos cinco anos.

O setor de comércio será incentivado à aquisição de novos equipamentos, o que gera uma alta movimentação nas contas de ICMS e Serviços de Qualquer Natureza (ISS), do Imposto de Renda Pessoa Jurídica (IRPJ), da Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL) e do Programa de Integração Social (PIS).

O avanço da tecnologia também contribui para promover o surgimento de novas profissões na mineração. Elas decorrem das necessidades que as ferramentas inovadoras geram, inclusive em relação ao uso adequado desses novos recursos — por exemplo, por pilotos de drone, analistas de dados, entre outros. O quadro geral implica qualificação e treinamento da mão de obra.

2.3.5.6 Observações pertinentes

A análise de do panorama apresentado ao longo do texto demonstra que há, disponível para o setor de mineração presente em Goiás, uma diversidade de tecnologias e técnicas eficientes para o processo de beneficiamento dos minérios extraídos e do tratamento dos rejeitos gerados ao final da etapa de produção. Entretanto, alguns desafios são postos e abrem possibilidades de inovação científica e tecnológica para ampliar a eficiência ambiental, produtiva e social do setor.

Logo, é essencial o aprimoramento de algumas tecnologias e técnicas para articular o setor com a agenda socioambiental necessária para o desenvolvimento do estado e para a preservação de seus ecossistemas, sobretudo o cerrado. A separação de minério por meio de tecnologias que fazem uso de água traz problemas ambientais, ao mesmo tempo gera as chamadas barragens de rejeitos, que possuem risco elevado.

Entretanto, essa segue sendo a principal tecnologia para a separação dos minérios, tendo em

vista as dificuldades tecnológicas para se replicar a mineração a seco na produção em larga escola e os elevados custos que envolvem a mudança no circuito de produção.

O tratamento dos rejeitos, por meio da filtragem e sua deposição a montante, empilhando-os a seco, permite aumentar a eficiência da reutilização da água, diminuindo a pressão pelo uso desse recurso natural coletivo. Assim se reduzem também a descaracterização das barragens de rejeito e, consideravelmente, os riscos envolvidos nessas estruturas para o meio ambiente e para a população.

Destaca-se como fundamental o uso de tecnologias de reaproveitamento do rejeito dos minérios, tendo em vista a potencialidade de perda de minérios de interesse junto com outros materiais, como mostram estudos. A mudança possibilita aumentar a eficiência da produção, evitar o desperdício e abrir horizontes para possíveis reutilizações do material que seria descartado.

Por fim, as novas tecnologias exigem investimentos em PD&I, bem como na preparação da mão de obra para atuar nos novos cenários. A qualificação da mão de obra goiana em novas tecnologias e em mercados de alta adoção tecnológica beneficiará a longo prazo os setores da mineração, como a melhoria de indicadores sociais de empregos gerados e de salários.

2.3.6 Avaliação das principais questões socioambientais em Goiás

Segundo o Anuário Mineral Brasileiro de 2019, juntamente com outros estados do Brasil, Goiás contém as principais reservas minerais de cobre, ouro, níquel, alumínio e nióbio, com as principais mineradoras localizadas nos municípios de Alto Horizonte (cobre), Pilar de Goiás (ouro), Barro Alto (alumínio e níquel), Catalão e Ouvidor (ambas nióbio) (Agência Nacional de Mineração, 2020).

Além desses principais minerais, Goiás também possui outras reservas de minerais comercializados em menor escala. Segundo a publicação do Desempenho do Setor Mineral para o Estado de Goiás e Distrito Federal (DNPM, 2015), em Goiás são encontradas reservas de: água mineral, alumínio, amianto, areia, argila para cimento, brita, calcário agrícola, cianita, cobalto, cobre, diamante, estanho, ferro, fosfato, manganês, nióbio, níquel, ouro, prata e titânio.

Entretanto, todo o destaque positivo que a mineração proporciona para a economia do país também é proporcionado ao meio ambiente de forma negativa. A extração de minério destaca-se como uma atividade altamente impactante e degradante para o meio ambiente. Os impactos acometidos começam a ocorrer já na remoção da cobertura vegetal nativa com o desmatamento, muitas vezes ocorrido em áreas que contém algum recurso natural escasso, ignorando as leis criadas para a preservação desses recursos, sobretudo pelas mãos de quem detém grande poder

econômico e, principalmente, tem influência no poder político.

A partir do desmatamento, surgem os demais impactos como consequência da instalação da indústria mineradoras e, principalmente, das atividades de extração dos minérios, que resultam inicialmente nos impactos paisagísticos, que, por sua vez, alteram a fauna e a flora, provocam a poluição da água, a morte dos canais de corpos d'água pelo assoreamento e a subsidência do terreno (terminologia usada para descrever o rebaixamento de uma superfície ocasionado pelas alterações nas camadas subterrâneas, que resultam na redução do nível de um terreno), entre outros efeitos.

Além da modificação das paisagens e dos territórios naturais, a atividade de mineração apresenta riscos para a vida da população local. Todos os impactos e ações degradantes ao meio ambiente convergem em riscos de desastres ambientais, ocasionados principalmente pela má gestão das atividades do processo exploratório. Essas atividades são capazes de afetar milhares de habitantes, o meio ambiente local e de se expandir para outras regiões numa série de impactos sucessivamente.

Devido ao alto grau de impacto ao meio ambiente, muitos dos quais se tornam incapazes de serem recuperados, a mineração é a única atividade extrativista para a qual é exigida uma Recuperação das Áreas Degradadas (RAD) pela Constituição Federal do Brasil de 1988 — mas também pela legislação ambiental (inciso V do artigo 3º da Lei 6.938/81), por outros regulamentos legais, como o Código de Mineração (Art. 47, Capítulo V), e por parte do Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, no artigo 10 da Lei 6.938/81, entre outros.

Nesse sentido, a adoção de medidas para a recuperação de áreas ambientais degradadas após atividades extrativistas de mineração é de extrema importância para a minimização dos impactos resultantes e do ciclo ambiental já existente na fauna e na flora locais, além de ser uma ação imposta e exigida pelas leis.

2.3.6.1 Goiás e o enfrentamento dos problemas socioambientais

Em Goiás, apesar de sua alta participação na fonte de reserva de minérios do Brasil e da grande atividade extrativista de minério, são poucos os trabalhos desenvolvidos e propostas realizadas na procura de medidas para a recuperação das áreas degradadas. A grande concentração de trabalhos realizados é sobre as regiões das principais mineradoras de Goiás, principalmente nos municípios de Alto Horizonte, Pilar de Goiás, Barro Alto, Catalão e Ouvidor, com medidas propostas com base nas particularidades do solo e no mineral que o compõe.

Os solos onde estão situadas as áreas de extração pela mineração são considerados altamente

metalíferos por seus altos níveis tóxicos de metais e apresentam baixos níveis de nutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas. Nesse contexto, trabalhos foram realizados a fim de compreender a fisiologia das plantas nativas do cerrado com vistas a melhorar o seu desenvolvimento. Só assim é possível se realizar com êxito o replantio para a recuperação das áreas ambientais, bem como associar a utilização de plantas nativas com a inoculação de microrganismos (fungos ou bactérias) ou outras espécies de plantas capazes de fornecer uma relação simbiótica e auxiliar o desenvolvimento e a adaptação das plantas nativas nas áreas de alta toxicidade por minerais.

A área minerada coopera com perda da fertilidade e biodiversidade natural das camadas mais superficiais do solo. Essa situação prejudica o processo de revegetação daquelas áreas após a utilização pelas mineradoras, o que, associado à falta de conhecimento sobre a ecologia e fisiologia das espécies nativas, torna desafiador a germinação ou o brotamento das espécies de plantas naquelas áreas.

Assim, o período de armazenamento das sementes de espécies nativas semeadas em solos ultramáficos tem uma relação direta com o tempo de armazenamento: quanto menor for o período de armazenamento, maior é a quantidade de sementes germinadas — um indicativo de que as sementes sejam usadas para plantio imediatamente após a sua coleta.

A título de exemplo, na recuperação de áreas impactadas pela mineração de níquel, podem ser usadas duas gramíneas nativas (*A.chrysoblepharis* e *S. parviflora*), que têm uma quantidade percentual final inferior em relação à área natural. Isso aponta que, para plantios de recuperação nessas áreas, é necessária uma quantidade maior de sementes, enquanto a utilização de outras duas (*Aspidosperma* sp. e *M. claussenii*) apresentou sucesso desde as fases iniciais até o final do seu desenvolvimento. Estas são, pois, consideradas ideais para indicação em futuros plantios de recuperação de áreas degradadas pela mineração.

Dessa forma, a utilização do plantio de vegetação nativa como medida de recuperação das áreas degradadas pelas atividades mineradoras sugere que a existência simbiótica em áreas degradadas pela mineração pode ser complexa em diferentes áreas, porém passível de realização. Isso, a propósito, mesmo com intervenção humana para auxiliar o plantio de espécies nativas e sua posterior adaptação. Por conseguinte, o plantio de plantas nativas da área como medida de recuperação pode não ser uma medida simples, mas gera alguns dos resultados esperados.

No estado de Goiás, a problemática ambiental através da mineração pode ser enunciada em quatro categorias: poluição da água, poluição do ar, poluição sonora e subsidência do terreno.

Em geral, a mineração provoca um conjunto de efeitos não desejados que podem ser denominados de “externalidades”. Algumas dessas externalidades são alterações ambientais,

conflitos de uso do solo, depreciação de imóveis circunvizinhos, geração de áreas degradadas e transtornos ao tráfego urbano. Essas externalidades geram conflitos com a comunidade, que normalmente têm origem quando da implantação do empreendimento, pois a mineradora não se informa sobre expectativas, anseios e preocupações da comunidade que vive nas proximidades da mineração.

As alterações no meio ambiente podem ser intensas e extensas. Quanto às primeiras, dependem da topografia original, da característica e do volume de material que foi extraído, do método utilizado, do quanto foi aproveitado. Quanto às segundas, destaca-se a erosão do material da superfície pela chuva, que acaba poluindo recursos hídricos e se refletindo na bacia onde a mina se localiza.

De igual modo, as alterações podem também ser diretas e indiretas. As diretas alteram características físicas, químicas e biológicas do ambiente e resultam em uma alteração visual, e fauna, flora, relevo e solo são modificados. As indiretas são mudanças na diversidade de espécies, na ciclagem de nutrientes, instabilidade do ecossistema, alteração no nível do lençol freático e no volume de água da superfície, conforme Sobreira (2021).

Quanto às barragens, existem em Goiás 137, sendo 11 de grande porte; destas, seis são de resíduos de atividades mineradoras que possuem Dano Potencial Associado considerado alto pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

Os critérios estabelecidos pela legislação federal (Lei nº 12.334/10) apontam que, se a soma entre volume total do reservatório, existência de população a jusante, impacto ambiental e impacto sócio-econômico for igual ou superior a 13, ambos serão considerados alto. Justamente o caso da cava Norte-Sul da Prometálica Mineração Centro Oeste S.A., em Americano do Brasil; da barragem de rejeitos da Estação Companhia Goiana de Ouro, em Pilar de Goiás; da Mineração Serra Grande S.A., em Crixás; das barragens do Buraco e Nova, da Anglo *American*; e BR e BM, entre Catalão e Ouvidor, no sudeste goiano.

O governo do estado de Goiás, ciente desse problema, exige relatórios regulares para monitorar o ambiente. Já está sendo realizado o monitoramento via satélite no Centro de Monitoramento e Fiscalização do Batalhão Ambiental. O trabalho de campo é realizado em conjunto, com a coordenação técnica dos fiscais da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Cidades, Infraestrutura e Assuntos Metropolitanos (Secima) e com apoio do Batalhão Ambiental.

A legislação (mais especificamente, a Lei nº 12.334/10) determina ainda que a fiscalização seja feita tanto pelo DMNP quanto pelos órgãos ambientais. Cada barragem deve ser classificada de acordo com o risco (de “A” a “E”) e deve ter um plano de revisão e inspeção com periodicidade determinada. Em Goiás, nove estão classificadas como Classe C, ou seja, com risco estrutural

baixo e apenas uma com E, menor classificação de risco possível.

Em Goiás, o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) possui apenas dois (2) técnicos capacitados para fazer as inspeções necessárias em todo o estado. Embora com precariedade, a fiscalização das barragens em Goiás é mais simples por suas características geométricas, por estarem em encostas ou vales em "U" e por não terem declividade alta. Além disso, geralmente estão fora das cidades.

No ano de 2014, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Catalão (Semmac) realizou o monitoramento da concentração de material particulado em suspensão na Fazenda Coqueiros, e constatou a degradação da qualidade do ar em decorrência das operações na Mina Boa Vista. A série de dados apresentada no estudo apontou para uma alta concentração de particulados, principalmente pela detonação dos explosivos e pela grande movimentação de caminhões e máquinas. De acordo com o laudo 002/2015 emitido SEMMAC, esse fato constitui um grande problema, pois grande parte da população ali residente é idosa e há históricos de doenças respiratórias em alguns moradores. Em relação aos níveis de ruídos emitidos na operação das máquinas na mina Boa Vista, o documento também apresentou resultados acima dos limites recomendados, ressaltando que os altos ruídos, principalmente os de caráter impulsivo (gerados pelas explosões), provocam danos e desequilíbrios ao ecossistema local, especialmente à fauna.

Para se ter um resultado adequado na reabilitação de minas de bauxita, é necessário compreender que o impacto visual, comparativamente ao impacto biológico, é transitório, pontual e de curta duração, enquanto a mitigação dos impactos sobre a biodiversidade é significativa a médio e longo prazo. Portanto, a reabilitação deve ter como foco principal alcançar estabilidade biológica, uma vez que a correção do impacto visual ocorrerá naturalmente. Dessa maneira, faz-se necessário adotar práticas voltadas ao restabelecimento das relações ecológicas que constituíam o ambiente antes da prática da mineração e, para tanto, observar e tentar imitar o que ocorre naturalmente no ambiente é fundamental.

A matéria orgânica melhora as características físicas do material exposto, eleva a sua fertilidade e serve de meio para o estabelecimento e a manutenção de microrganismos e fauna de solo. A adição regular de resíduos de adubos verdes aos vários solos e ambientes agroecológicos dos trópicos contribui para a conservação do solo e da água, melhorando a estrutura do solo, o que favorece a aeração e a infiltração de água, permitindo uma maior penetração das raízes.

Sobre os areais de Goiás, podem correr em dois momentos: um sobre as areias ditas artificiais e outro sobre as areias naturais. A areia artificial altera a paisagem e relevo muito mais bruscamente, levando a técnicas de recuperação de áreas mais intensas do que no caso dos areais naturais, principalmente devido à supressão de morros, à alteração de relevos e ao elevado consumo de água. O material arenoso obtido a partir da moagem de rejeitos de mina

pode ter seu impacto definido como positivo, uma vez que substitui o descarte dos rejeitos da mina original.

A areia artificial é mais cara, o que desestimula o consumidor, fazendo com que o mercado das areias naturais ainda se mantenha forte. Sobre as areias naturais pesam as restrições ambientais à utilização de várzeas e de rios para sua extração e ao abandono das áreas com o fim da operação sem a devida reabilitação da APP.

Isso acontece principalmente porque o controle sobre a legalidade das lavras em operação é complicado. Cabe ao DNPM regular as áreas de extração e às secretarias de meio ambiente (estadual e municipal), fiscalizar a existência da licença ambiental e o progresso da recuperação da área. Como a fiscalização de ambos os órgãos não alcança tamanha quantidade de áreas de extração, a ilegalidade pode ocorrer sob dois aspectos: áreas não registradas no DNPM de onde se extrai areia, consequentemente sem licenciamento ambiental, e áreas legais no DNPM, porém sem o licenciamento ambiental.

O processo de retirada do mineral (areia) em leito do rio é utilizado por muitas mineradoras. O primeiro passo é desmatar as áreas do entorno da extração de areia, modificando a paisagem. Para concretizar a extração, são implantadas dentro do rio as dragas, cujos motores funcionam com combustíveis a diesel, provocando processos erosivos nos barrancos, o retorno da lama escoada na superfície e a compactação do solo com manuseio de equipamentos pesados (caminhões e tratores).

Segundo relatos da população ribeirinha de Faina (GO), a pesca sempre apresentou pontos positivos na região, no entanto, com a presença das dragas nos rios Peixe I e II, o ecossistema é todo modificado pela ação antrópica devido aos aspectos negativos impregnados na paisagem. O problema ocorre principalmente nos rios pelo assoreamento e pela dificuldade em que se encontra a natureza dos rios (volume de água) para a reprodução dos peixes no período da piracema.

Outro fator preocupante é o aumento de instalações de mineradoras na região, principalmente nos rios Peixe I e Peixe II. As mineradoras transformam toda a dinâmica e o equilíbrio dos rios, que sofrem com cargas de sedimentos extraídos da atividade de extração de areia. Ações como essa resultam na diminuição dos peixes e do volume de água e podem afetar a população ribeirinha e da área urbana pela falta de água (em período de estiagem) — para não mencionar a sobrevivência das espécies aquáticas.

A geração de resíduos nas atividades mineiras do quartzito é bastante alta, fazendo com que a sua destinação ou reaproveitamento seja uma tarefa complexa e que demanda grandes investimentos. Dos diversos resíduos gerados nos processos de lavra e beneficiamento do minério, os rejeitos merecem uma atenção especial por diversos fatores, dentre os quais estão,

principalmente, os grandes volumes que são gerados e a heterogeneidade vinculada aos diferentes tipos de minério explotado. Os rejeitos são gerados no beneficiamento do minério, que, dependendo do processo adotado, pode receber insumos diversos que os tornam potencialmente perigosos.

As alterações na topografia podem causar mudanças na direção das águas de escoamento superficial, gerando que áreas que antes eram atingidas pela erosão se tornem áreas de deposição e vice-versa. De idêntico modo, contaminações químicas do solo (decorrentes do derramamento de óleos e graxas das máquinas que operam na área) também podem estar relacionadas como implicações ambientais.

Há ainda outros aspectos a serem mencionados: a utilização de explosivos (associada à existência de ruídos), o tráfego intenso de veículos pesados (carregados de minério) e a poeira (um dos maiores transtornos sofridos pelos habitantes próximos e/ou os que trabalham diretamente em mineração). Esta pode ter origem tanto nos trabalhos de perfuração da rocha como nas etapas de beneficiamento e de transporte da produção. Esses resíduos podem ser solúveis ou particulares, que ficam em suspensão como lama e poeira.

Na exploração do quartzito de Pirenópolis, Corumbá de Goiás e Cocalzinho de Goiás são observados impactos que comprometem a qualidade paisagística, ambiental e social da área. Avanços, entretanto, estão ocorrendo. Com o advento das questões ambientais, percebe-se um movimento coletivo em prol de rearranjos produtivos no sentido da realização de um trabalho de mineração mais eficiente, limpo, com menor passivo ambiental, legal e com maior retorno à sociedade. Prova disso é a preocupação com os rejeitos gerados e com alternativas para seu aproveitamento.

No que se refere à solução para a grande quantidade de rejeitos, nota-se que é necessária a racionalização de todo o processo de produção, com supervisão e orientação de técnicos habilitados, para que haja redução significativa de perdas, que atualmente giram em torno de 60%. Pesquisas apontam para o aproveitamento do rejeito na geração de agregados para a construção civil.

Embora estudos apresentem resultados satisfatórios para a produção de areia, o que se revela viável e potencializado pela proximidade de Pirenópolis com os centros consumidores de Goiânia, Anápolis e Brasília, ainda não existem usinas implementadas. Necessita-se, portanto, de incentivos e de fomento das instituições públicas para implementação de tais unidades de produção de areia. Esta é uma atividade duplamente compensadora, porque, além do aproveitamento do rejeito para produção de areia, evita-se sua retirada dos leitos e das planícies de córregos e rios — atividade altamente impactante e cada vez mais inviável, apesar de ainda praticada.

Os principais impactos da mineração de cobre em Goiás ocorrem no solo e nas águas superficiais e subterrâneas. No solo, o cobre ataca fortemente a matéria orgânica, impede o crescimento da vegetação e é uma via para a acumulação de mineral em animais. Porém, devido às suas características físico-químicas, a contaminação em solos é próxima à fonte, não percorrendo grandes distâncias. A principal fonte de contaminação é através das pilhas de rejeito.

Nas águas, o cobre é capaz de contaminar grandes áreas, e sua principal fonte são as águas residuais da lavra. É uma ameaça principalmente para a saúde humana se consumida água contaminada. A água com conteúdo superior a 1 mg/l pode contaminar com cobre as roupas e objetos lavados com ela, e conteúdos acima de 5 mg/L tornam a água colorida com sabor desagradável. Outros problemas ambientais possíveis são a erosão, a subsidência, o abandono de resíduos perigosos, a devastação de extensas áreas de vegetação, a perda de biodiversidade e a contaminação de aquíferos e de cursos de água.

As bacias de rejeitos são convencionais e foram construídas dentro do melhor padrão geotécnico e de engenharia existentes, que permitem atender aos mais rigorosos requisitos de segurança ambiental. Programas de gerenciamento de resíduos sólidos estão implantados em todas as minas e usinas. Como exemplo, pode-se destacar a Mineração Caraíba, na qual os rejeitos de concentração são reaproveitados, junto à água e ao cimento, em preenchimentos de recalques e em pilares desmontados na lavra subterrânea.

Conforme constatado, programas de gestão e controle ambiental, programas de qualidade das águas de processo e efluentes, programas de controle de emissões atmosféricas, programas de preservação e conservação ambiental de áreas circunvizinhas à mina, programas de áreas degradadas e mineradas, programas de gestão de resíduos industriais (que não os rejeitos de lavra e beneficiamento) e programas de redução de consumo de água e energia, bem como de combustíveis, dentre outros, já estão implantados ou em implantação nas minas de cobre brasileiras.

Ainda na questão ambiental, cabe mencionar o trabalho de integração da empresa mineradora de cobre com a comunidade do município onde se situa a mina (em geral, município com baixo índice de desenvolvimento humano), seja contribuindo para melhorias da infraestrutura urbana (saneamento, por exemplo), seja na área educacional e de saúde, seja ainda na contratação de serviços, independentemente do fato de ser a principal empregadora na região. A Mineração Maracá em Alto Horizonte e o Grupo Votorantim em Niquelândia são bons exemplos a serem seguidos.

2.3.6.2 Observações pertinentes

Se houver uma parceria entre empresa mineradora, gestor do município em que atua a empresa, consciência comunitária entre o ter, o querer e o dever, a atividade de mineração muito poderá contribuir com a sociedade goiana.

A empresa, uma vez instalada, deverá ter obrigações socioambientais que não poderá se furtar de realizar, como educação ambiental, auxílio na implantação de infraestrutura municipal para gerar mais bem-estar à população e atividades para minimizar o passivo ambiental local. Igualmente, a empresa deve fornecer apoio a pequenas atividades locais, à ciência e à tecnologia de ponta para minimizar os complexos problemas causados pela atividade de mineração.

Acompanhar frequentemente problemas causados pela atividade minerária na região explorada é dever tanto dos gestores como das empresas envolvidas, assim como o é apresentar efetivamente soluções aos problemas de forma a garantir uma relação harmônica entre governo, empresa e sociedade.

É sugerido que exista um maior incentivo à participação dos diversos segmentos da sociedade presentes no tecido social da região com o objetivo de exercitar a prática de decisões coletivas. Muitas outras medidas podem ser elencadas: criar espaços de discussão onde estejam presentes representantes do poder público, das mineradoras e da comunidade; incentivar a criação de associações de moradores rurais ou urbanos direta e indiretamente afetados pela mineração; qualificar a participação da comunidade por meio de ações que despertem o interesse pelo empoderamento social e pela participação da sociedade nas discussões quanto a projetos de expansão das plantas de extração; e apoiar a criação de sindicatos de trabalhadores do setor mineral.

2.3.7 Considerações gerais

A mineração em Goiás pode ampliar sua oferta de produtos minerais para atender às demandas atuais, tal como poderá abastecer os novos mercados que estão sendo abertos pelas demandas socioambientais e tecnológicas. Um dos setores já citados neste relatório é a produção de terras raras, já que o estado ainda é o único produtor nacional e tem perspectiva positiva quanto à demanda desse minério. Com mais investimentos, Goiás poderá tornar-se um grande fornecedor mundial. O mesmo cenário se repete para produtos como lítio, cobre, níquel, cobalto, entre outros exigidos na nova onda energética, produtiva e tecnológica.

As expectativas de aumento da demanda para os atuais e para os novos mercados são grandes, pois há o surgimento de novos produtos com elevado teor de novas tecnologias, que têm gerado

oportunidades para a elevação da produção de bens em extração. De igual modo, é viável o aproveitamento de reservas de produtos que necessitam de investimentos em pesquisas minerárias, desenvolvimento de PD&I, instalações, equipamentos e processos.

É urgente agir na criação de ambientes e arranjos institucionais que favoreçam o desenvolvimento do setor mineral. Também urge pensar na melhoria dos fatores produtivos, como mão de obra qualificada e especializada e infraestrutura para consolidar esse setor tão estratégico para a economia goiana. Uma terceira prioridade é a regulação do setor, que necessita de ajustes e atualização para que as empresas não sejam prejudicadas no novo cenário que se configura. A finalidade disso é diminuir as lacunas e os empecilhos para as operações devido aos custos e incertezas aos empresários e aos investidores.

A questão socioambiental, que sempre traz muitas preocupações para a sociedade, é outro fator a ser colocado na agenda das políticas públicas. Apesar das ações já implementadas por algumas empresas, as consequências das operações da mineração ainda provocam muitos problemas locais e regionais e geram passivos que hoje são e não deverão mais ser, no futuro, socializados por todos.

Esses fatores, se observados e atendidos com presteza, geram janelas de oportunidades para o estado, perante o olhar atento dos empreendedores que buscam novos nichos de mercado e espaços para investirem na produção de bens com boas perspectivas mercadológicas. Por fim, o setor da mineração é relevante do ponto de vista social e econômico em Goiás e é viável mercadologicamente; apenas necessita, para sua ampliação, de investimentos para se conhecer melhor as oportunidades de oferta, para a extração e para a transformação interna, bem como de melhoria de infraestrutura, melhor qualificação da mão de obra e mudanças do olhar da sociedade sobre o setor.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Os dados da economia mineral goiana mostram o estado com grande potencial para atender à demanda atual e futura de setores que tradicionalmente consomem seus produtos, como a agropecuária, a construção civil e o mercado externo. Os mesmos dados confirmam a existência de potencialidades, em seu subsolo, de novos produtos para atender às exigências dos mercados emergentes com elevado teor tecnológico. Outro destaque é que o setor desenvolveu mecanismos para atender às exigências de menos impactos ambientais dentro dos empreendimentos antigos e dos novos.

O potencial de produção ainda não é explorado de forma ampla por falta de investimentos em pesquisa para ampliação de novos produtos, de mão de obra qualificada e de incentivos. O setor mineral é imprescindível para a economia, sendo fornecedor de bens que são a base para diversas cadeias produtivas, entre elas a agropecuária, a construção civil, a metalurgia, a indústria química, a siderurgia, fábricas de vidro, e ainda, atividades como saneamento, artesanato, entre outras.

A extração mineral participou com 0,6% do Produto Interno Bruto em 2021, e se pode inferir que o setor mineral, aqui incorporada a indústria de transformação de produtos não metálicos, se aproxima de 2% do PIB estadual. Contudo, a atividade tem grande peso na receita e no PIB de municípios menores em que está instalada e tem impacto preponderante na pauta de exportação, com 20%, atrás somente do complexo da soja. Esse quadro, no contexto nacional, coloca o estado de Goiás como o terceiro maior no Valor da Produção Mineral.

Alguns elementos chaves para se compreender a mineração estadual, são:

- Parte substancial do território goiano ainda não foi pesquisado plenamente, ou seja, não se conhece o potencial total minerário do estado;
- O setor minerário esforça-se em atender às exigências das pautas ambientais, com maior avanço das grandes empresas;
- A mão de obra necessita de maior qualificação;
- O transporte de produtos é baseado em rodovias, muitas sem duplicação e com conservação precária, com pedágios de valor elevado e ferrovias em implantação;
- A qualidade da distribuição de energia, bem como sua quantidade, é deficiente;
- Os pequenos municípios, os que mais recebem a atividade de mineração, necessitam de auxílio para a criação de políticas e ações de diversificação da economia, tendo em vista o fechamento da mina;
- É imperativa a transformação dos bens minerados no estado;
- A pesquisa para desenvolvimento tecnológico e inovação precisa de incentivos maiores.

Por um lado, é verdade que o estado possui excelente capacidade de oferta de bens minerais. Por outro lado, o mercado tem apresentado crescimento e diversificação, impondo aos agentes envolvidos no processo mineral (governo federal, estadual e municipal, empresas, universidades institutos de pesquisa, agências de fomento, sindicatos, cooperativas e a sociedade organizada) envidar esforços para a criação de um ambiente satisfatório para crescimento do setor e, consequentemente, para a promoção do desenvolvimento social e econômico.

Para finalizar, seguem algumas sugestões para a agenda:

- Estudar e elaborar políticas para micro e pequenas atividades mineradoras (bem como para o garimpo);
- Apoiar a produção e a descoberta de produtos para atender a transição tecnológica e os novos paradigmas de sustentabilidade;
- Manter a equidade na distribuição da riqueza produzida com incentivos ao desenvolvimento econômico e social das comunidades locais;
- Sensibilizar a sociedade sobre o setor mineral;
- Agregar valor aos produtos minerais no estado, principalmente àqueles próximos das minas;
- Criar um grupo de especialistas (ou comitês) para elaboração, implementação e acompanhamento de ações estratégicas para o período pós-fechamento da mina;
- Criar cursos volantes de treinamento para casos específicos;
- Ajustar terminais de ferrovias para embarque de minerais;
- Incentivar a pesquisa na área mineral com envolvimento de: empresas, Sesi, Senac, Senai, entre outros órgãos, inclusive de fomento;
- Propor grupo de trabalho para estimular a legalização de micro e pequenos empreendimentos minerários;
- Estimular a criação de cooperativas ou associações de produtores e fornecedores;
- Estimular o fortalecimento das cadeias produtivas;
- Incentivar a criação de laboratórios para apoio aos micro e pequenos empreendimentos;
- Ampliar a pesquisa de mapeamento dos solos do território goiano;
- Produzir estudos para recuperação de solos minerados;
- Ampliar e instrumentalizar a fiscalização ambiental;
- Incentivar a participação dos diversos segmentos da sociedade regional com o objetivo de exercitar a prática de decisões coletivas;
- Criar espaços de discussão onde estejam presentes representantes do poder público, das mineradoras e da comunidade;

- Incentivar a criação de associações de moradores rurais ou urbanos direta e indiretamente afetados pela mineração;
- Apoiar a participação da comunidade por meio de ações que despertem o interesse pelo empoderamento social e pela participação da sociedade nas discussões quanto a projetos de expansão das plantas de extração;
- Criar fundo para o setor mineral que se destine às ações de promoção da sustentabilidade do setor, não somente no sentido ambiental, mas também social, organizacional, tecnológico e econômico. É preciso contar com recursos provenientes de projetos específicos, participação solidária, expansão da aplicação do Fundeinfra, emendas parlamentares, entre outros mecanismos que podem ser utilizados.

Por fim, a criação de políticas para o setor é o reconhecimento da atividade produtiva que se sobressaiu ante as adversidades que a fizeram decair na economia estadual a partir do final do século 18. Hoje, um novo olhar é fundamental para que este setor consiga caminhar em condições melhores de concorrer no mercado e de elevar ainda mais os impactos positivos na construção do desenvolvimento econômico e social.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA CORA CORALINA DE NOTÍCIAS. Centro de Inteligência Artificial de Goiás se torna referência nacional em tecnologia. Goiânia: ACC, 2023. Disponível em:

https://agenciacoradenoticias.go.gov.br/82476-centro-de-inteligencia-artificial-de-goias-se-torna-referencia-nacional-em-tecnologia. Acesso em: 15 nov. 2023.

AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES. **Mapa rodoviário de Goiás 2023**. Goiânia: GoInfra, 2023. Disponível em: https://www.goinfra.go.gov.br/noticias/governo-de-goias-lanca-mapa-rodoviario-estadual-2023-em-versao-para-google-earth/213866. Acesso em: 12 abr. 2023.

AGÊNCIA MINAS. Secretaria de Estado de Comunicação Social. **Nova técnica para reduzir disposição de rejeitos em barragem passa por licenciamento em Minas**. Belo Horizonte: SECOM, 2023. Disponível em: https://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/nova-tecnica-para-reduzir-disposicao-de-rejeitos-em-barragem-passa-por-licenciamento-em-minas. Acesso em: 12 nov. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **Anuário mineral brasileiro: principais substâncias metálicas** – 2019. Brasília: ANM, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/economia-mineral/publicacoes/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro/copy_of_AMB2019_anobase2018_FINAL.pdf/view. Acesso em: 23 fev. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **Anuário mineral brasileiro: principais substâncias metálicas** - 2022. Brasília: ANM, 2022b. Disponível em: https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro/PreviaAMB2022.pdf. Acesso em: 12/04/2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **Anuário mineral brasileiro: principais substâncias metálicas** - 2023. Brasília: ANM, 2023a. Disponível em: https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/economia-mineral/publicacoes/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro/amb_2023.pdf.pdf. Acesso em: 23 fev. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **Anuário mineral estadual** – Distrito Federa e Goiás – 2014 a 2017. Brasília: ANM, 2019. Disponível em: https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-estadual/goias/amest_df___go___2014_a_2017. Acesso em: 28 jan. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **Anuário mineral brasileiro interativo**. Brasília: ANM, 2022c**.** Disponível em: https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZTRkNjI3MWEtMGI3My00ZTgzLWIyN2YtMzNjNDhjNTViM2Q2IiwidCI6ImEzMDgzZTIxLTc0OWItNDUzNC05YWZhLTU0Y2MzMTg4OTdiOCJ9&pageName=ReportSection99c5eaca1c0e9e21725a . Acesso em: 29 maio 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **Arrecadação**. Brasília: ANM, 2023b. Disponível em: https://sistemas.anm.gov.br/arrecadacao/extra/arrecadacao/extra/acessoexterno/associacao/Relatorios/arrecadacao_cfem_substancia.aspx. Acesso em: 23 maio 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **Desempenho do setor mineral** – GO/DF - 2018 (Ano Base 2017). Goiânia: ANM, 2018. Disponível em: https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/dnpm/publicacoes-economia-mineral/arquivos/desempenho-2018-

ano-base-2017/view. Acesso em: 2 nov. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **Resolução ANM nº 90, de 22 de dezembro de 2021.** Regulamenta os artigos 43 e 44 do Decreto nº 9.406, de 12 de junho de 2018, estabelecendo as hipóteses de oferecimento de direitos minerários como garantia em operações de captação de recursos para o financiamento da mineração, bem como os requisitos e condições para que ocorra a transferência da titularidade de tais direitos. Brasília: ANM, 2021. Disponível em: https://anmlegis.datalegis.net/action/ActionDatalegis.php?acao=abrirTextoAto&link=S&tipo=RES&numeroAto=00000090&seqAto=000&valorAno=2021&orgao=ANM/MME&cod_modulo=351&cod_menu=6675. Acesso em: 29 maio 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **Resolução ANM nº 120, de 26 de outubro de 2022**. Regulamenta o pagamento da taxa anual por hectare, prevista no inciso II do caput do art. 20 do Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração) e estabelece os valores, os prazos de recolhimentos e demais critérios e condições de pagamento. Brasília: ANM, 2022a. Disponível em: https://anmlegis.datalegis.net/action/ActionDatalegis.php?acao=abrirTextoAto&link=S&tipo=RES&numeroAto=00000120&seqAto=000&valorAno=2022&orgao=ANM/MME&cod_modulo=351&cod_menu=6675. Acesso em: 29 maio 2023.

ALI, S. H.; GIURCO, D.; ARNDT, N. *et al*. Mineral supply for sustainable development requires resource governance. **Nature**, v. 543, p. 367-372, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1038/nature21359. Acesso em 27 nov. 2023.

ALTO HORIZONTE. Prefeitura. Portal da transparência. **Receita orçamentária**. Alto Horizonte: Prefeitura, 2023. Disponível em: https://transparencia.altohorizonte.go.gov.br/receitas-e-despesas/relatorio-de-balanco-anual. Acesso em: 20 jun. 2023.

ALVARENGA, P. Tecnologias que conduzem a mineração a uma nova era. **Canal Indústria 4.0**, 16 nov. 2021. Disponível em: https://www.industria40.ind.br/artigo/21850-tecnologias-conduzem-mineracao-nova-era. Acesso em 27 nov. 2023.

ALVES, F. Anglo American investe em projetos sustentáveis. **Revista Brasil Mineral**, v. 60, n. 430, p. 33-36, jun. 2023. Disponível em: https://www.brasilmineral.com.br/revista/430/?p=6. Acesso em 29 nov. 2023.

ALVES, P. I. A. **Empilhamento de rejeito filtrado**: a expansão de uma alternativa para substituição de barragens. 2020, 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral)-Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG, 2020. Disponível em: https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/11939/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_EmpilhamentoRejeitoFiltrado.pdf. Acesso em: 15 nov. 2023.

ANGLO AMERICAN. **Anglo American divulga produção do terceiro trimestre de 2014**. [s. l.]: Anglo American, 2014. Disponível em: https://brasil.angloamerican.com/pt-pt/imprensa/noticias/year2014/23-10-2014 Acesso em: nov. 2022.

ARAÚJO, J. A. *et al*. Fontes de minerais para poedeiras. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 2, n. 3, p. 53-60, 2008. Disponível em: https://periodicos.ufersa.edu.br/acta/article/view/676. Acesso em: 26 mar. 2023.

AYUK, E. *et al*. **Mineral resource governance in the 21st century**: gearing extractive industries towards sustainable development. Nairobi, Kenya: IRP ; UNEP, 2020.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Porte de empresa**. Brasília: BNDES, 2023 Disponível em: https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/guia/porte-de-empresa. Acesso em: 15 abr. 2023.

BARRO ALTO. Prefeitura. Portal do cidadão. **Planejamento e prestação de contas**. Barro Alto: Prefeitura, 2023. Disponível em: https://acessoainformacao.barroalto.go.gov.br/cidadao/resp_fiscal/balancos_mg. Acesso em: 20 jun. 2023.

BAHRIN, M.; OTHMAN, F.; AZLI, N.; TALIB, M. Industry 4.0: a review on industrial automation and robotic. **Journal Teknologi**, v. 78, n. 6-13, p. 137–143, 2016.

BERCOVICI, G. **Soberania e constituição**: para uma crítica do constitucionalismo. São Paulo: Quartier Latin, 2010.

BRASIL. Congresso Nacional. Senado Federal. **Projeto de Lei Complementar nº 245, de 2019**. Regulamenta o inciso II do § 1º do art. 201 da Constituição Federal, que dispõe sobre a concessão de aposentadoria especial aos segurados do Regime Geral de Previdência Social. Brasília: Senado Federal, 2019a. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2274857&filename=PLP%20245/2019. Acesso em: 22/06/2023.

BRASIL. Congresso Nacional. Senado Federal. **Proposta de Emenda à Constituição n° 42, de 2003.** Altera o art. 40 da Constituição Federal, relativo ao limite de idade para a aposentadoria compulsória do servidor público em geral, e acrescenta dispositivo ao Ato das Disposições Constitucionais Transitórias. Brasília: Senado Federal, 2003. Disponível em: https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/58362. Acesso em: 22 ago. 2023.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm#adct. Acesso em: 26 mar. 2023.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1967.** Brasília: Presidência da República, 1967b. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao67.htm. Acesso em: 26 mar. 2023.

BRASIL. **Constituição dos Estados Unidos do Brasil, de 10 de novembro de 1937**. Leis Constitucionais. Rio de Janeiro: Presidência da República, 1937. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao37.html. Acesso em: 26 mar. 2023.

BRASIL. **Decreto nº 2.406, de 11 de janeiro de 1911.** Autoriza o Governo a conceder favores, sem monopolio, á empreza ou emprezas que forem organizadas para explorar a industria siderurgica, e dá outras providencias. Rio de Janeiro: Presidência da República, 1911. Disponível em: https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1910-1919/decreto-2406-11-janeiro-1911-579015-publicacaooriginal-101958-pl.html. Acesso em: 26 mar. 2023.

BRASIL. **Decreto nº 8.019, de 19 de maio de 1910.** Concede reducção de fretes nas estradas de ferro federaes, isenção de direitos de consumo e outros favores aos individuos ou emprezas que montarem no paiz estabelecimentos ciderurgicos. Rio de Janeiro: Presidência da República, 1910b. Disponível em: https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1910-1919/decreto-8019-19-maio-1910-527849-publicacaooriginal-1-pe.html#:~:text=Concede%20reduc%C3%A7%C3%A3o%20de%20fretes%20nas,montarem%20no%20paiz%20estabelecimentos%20ciderurgicos.l. Acesso em: 26 mar. 2023.

BRASIL. **Decreto nº 9.252, de 28 de dezembro de 2017**. Estabelece a metodologia de cálculo para o valor de referência de que trata o art. 2º, caput, incisos II e III, da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990. Brasília: Presidência da República, 2017a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/D9252.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%209.252%2C%20DE%2028,que%20lhe%20confere%20o%20art. Acesso em: 24 mar. 2023.

BRASIL. **Decreto nº 9.406**, **de 12 de junho de 2018**. Regulamenta o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, a Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978, a Lei nº 7.805, de 18 de julho de 1989, e a Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017. Brasília: Presidência da República, 2018. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/d9406.htm. Acesso em: 24 mar. 2023.

BRASIL. **Decreto nº 10.657, de 24 de março de 2021.** Institui a Política de Apoio ao Licenciamento Ambiental de Projetos de Investimentos para a Produção de Minerais Estratégicos - Pró-Minerais Estratégicos, dispõe sobre sua qualificação no âmbito do Programa de Parcerias de Investimentos da Presidência da República e institui o Comitê Interministerial de Análise de Projetos de Minerais Estratégicos. Brasília: Presidência da República, 2021d. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2021/Decreto/D10657.htm. Acesso em: 24 mar. 2023.

BRASIL. **Decreto nº 11.120, de 5 de julho de 2022.** Permite as operações de comércio exterior de minerais e minérios de lítio e de seus derivados. Brasília: Presidência da República, 2022b. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/decreto/d11120.htm

BRASIL. **Decreto nº 62.934, de 2 de julho de 1968**. Aprova o Regulamento do Código de Mineração. Brasília: Presidência da República, 1968. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1950-1969/d62934.htm

BRASIL. **Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989**. Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2°, inciso VIII, da Lei n° 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 1989b. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/d97632.htm

BRASIL. **Decreto nº 97.507, de 13 de fevereiro de 1989.** Dispõe sobre licenciamento de atividade mineral, o uso do mercúrio metálico e do cianeto em áreas de extração de ouro, e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 1989c. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/d97507.htm#:~:text=DECRETO%20No%2097.507%2C%20DE,84.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967**. Dá nova redação ao Decreto-lei nº 1.985, de 29 de janeiro de 1940. (Código de Minas). Brasília: Presidência da República,

1967a.Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0227.htm. Acesso em 23/03/2023.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 1.985, de 29 de março de 1940**. Código de Minas. Rio de Janeiro: Presidência da República, 1940. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1937-1946/del1985.htm. Acesso em: 26 mar. 2023.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 4.352, de 1º de junho de 1942.** Ementa: Encampa as Companhias Brasileiras de Mineração e Siderurgia S.A. e Itabira de Mineração S.A. e dá outras providências. Rio de Janeiro: Presidência da República, 1942. Disponível em: https://www2.camara.leg.br/legin/fed/declei/1940-1949/decreto-lei-4352-1-junho-1942-414669-norma-pe.html#:~:text=EMENTA%3A%20Encampa%20as%20Companhias%20Brasileiras,S.A.%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAncias.&text=Vide%20Norma(s)%3A,)%20%2D%20(Norma%20Complementar). Acesso em: 26 mar. 2023.

BRASIL. **Lei Complementar nº 87, de 13 de setembro de 1996.** Dispõe sobre o imposto dos Estados e do Distrito Federal sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestações de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação, e dá outras providências. (LEI KANDIR). Brasília: Presidência da República, 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp87.htm. Acesso em: 26 mar. 2023.

BRASIL. **Lei Complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006**. Institui o Estatuto Nacional da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte; altera dispositivos das Leis nº 8.212 e 8.213, ambas de 24 de julho de 1991, da Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943[...]. Brasília: Presidência da República, 2006. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp123.htm. Acesso em: 12 jul. 2013.

BRASIL. **Lei nº 2.321, de 30 de dezembro de 1910.** Orça a receita geral da Republica dos Estados Unidos do Brazil para o exercicio de 1911 e dá outras providencias. Rio de Janeiro: Presidência da República, 1910a. Disponível em: https://www2.camara.leg.br/legin/indef/lei/1910-1919/lei-2321-30-dezembro-1910-586767-publicacaooriginal-110408-pl.html.

BRASIL. **Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978.** Dispõe sobre regime especial para exploração e o aproveitamento das substâncias minerais que especifica e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 1978. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6567.htm

BRASIL. **Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989**. Institui, para os Estados, Distrito Federal e Municípios, compensação financeira pelo resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica, de recursos minerais em seus respectivos territórios, plataformas continentais, mar territorial ou zona econômica exclusiva, e dá outras providências. (Art. 21, XIX da CF). Brasília: Presidência da República, 1989a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7990.htm. Acesso em: 22 mar. 2023.

BRASIL. **Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990**. Define os percentuais da distribuição da compensação financeira de que trata a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 1990. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8001.htm. Acesso em: 22 mar. 2023.

BRASIL. **Lei nº 9.032, de 28 de abril de 1995**. Dispõe sobre o valor do salário mínimo, altera dispositivos das Leis nº 8.212 e nº 8.213, ambas de 24 de julho de 1991, e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9032.htm. Acesso em: 22 jun. 2023.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília: Presidência da República, 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 22 jun. 2023.

BRASIL**. Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010**. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei no 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4o da Lei no 9.984, de 17 de julho de 2000. Brasília, DF: Presidência da República, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12334.htm. Acesso em: 22 jun. 2023.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 2012.Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 22 jun. 2023.

BRASIL. **Lei n. 13.540**, **de 18 de dezembro de 2017**. Altera as Leis n º 7.990, de 28 de dezembro de 1989, e 8.001, de 13 de março de 1990, para dispor sobre a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM). Brasília: Presidência da República, 2017b.Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13540.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2013.540%2C%20DE%2018%20DE%20DEZEMBRO%20DE%202017.&text=Altera%20as%20Leis%20n%20%C2%BA,de%20Recursos%20Minerais%20(CFEM) . Acesso em: 22 jun. 2023.

BRASIL. **Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017.** Cria a Agência Nacional de Mineração (ANM); extingue o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM); altera as Leis n º 11.046, de 27 de dezembro de 2004, e 10.826, de 22 de dezembro de 2003; e revoga a Lei nº 8.876, de 2 de maio de 1994, e dispositivos do Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração). Brasília: Presidência da República, 2017f. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13575.htm. Acesso em: 22 jun. 2023.

BRASIL. **Lei nº 13.975, de 7 de janeiro de 2020.** Altera a Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978, para incluir a exploração de rochas ornamentais e de revestimento e de carbonatos de cálcio e de magnésio no regime de licenciamento ou de autorização e concessão. Brasília: Presidência da República, 2020a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l13975.htm. Acesso em: 22

jun. 2023.

BRASIL. **Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020.** Altera a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), a Lei nº 7.797, de 10 de julho de 1989, que cria o Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA), a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, e o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração). Brasília: Presidência da República, 2020b. Disponível em: https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2020/lei-14066-30-setembro-2020-790691-norma-pl.html. Acesso em: 22 jun. 2023.

BRASIL. **Medida Provisória nº 789, de 25 de julho de 2017.** Altera a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, e a Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, para dispor sobre a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais. Brasília: Presidência da República, 2017c. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/mpv/mpv789.htm. Acesso em: 22 jun. 2023.

BRASIL. **Medida Provisória nº 790, de 25 de julho de 2017.** Altera o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 - Código de Mineração, e a Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978, que dispõe sobre regime especial para exploração e aproveitamento das substâncias minerais que especifica e dá outras providências.-Brasília: Presidência da República, 2017d. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/mpv/mpv790.htm. Acesso em: 22 jun. 2023.

BRASIL. **Medida Provisória nº 791, de 25 de julho de 2017**. Cria a Agência Nacional de Mineração e extingue o Departamento Nacional de Produção Mineral. Brasília: Presidência da República, 2017e. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/mpv/mpv791.htm#:~:text=MEDIDA%20PROVIS%C3%93RIA%20N%C2%BA%20791%2C%20DE%2025%20DE%20JULHO%20DE%202017.&text=Cria%20a%20Ag%C3%AAncia%20Nacional%20de,Departamento%20Nacional%20de%20Produ%C3%A7%C3%A3o%20Mineral. Acesso em: 22 jun. 2023.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Atlas de infraestrutura ferroviária**. Brasília: DNIT, 2019a. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/ferrovias/AtlasFerrovirioVersoFinal.pdf. Acesso em: 24 fev. 2023.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **Dados revisados do déficit habitacional e inadequação de moradias nortearão políticas públicas**. Brasília: MIDR, 2021a. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/noticias/dados-revisados-do-deficit-habitacional-e-inadequacao-de-moradias-nortearao-politicas-publicas. Acesso em: 22/03/2023.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Resolução n. 2, de 18 de junho de 2021. Define a relação de minerais estratégicos para o País, de acordo com os critérios de que trata o art. 2º do Decreto nº 10.657, de 24 de junho de 2021. **Diário Oficial da União**, ed. 115, seção 1, p. 103, 2021b. Disponível em: https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-n-2-de-18-de-junho-de-2021-327352416. Acesso em: 26 mar. 2023.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. **Plano nacional de mineração 2030**. Brasília: MME, 2011. Disponível em: http://antigo.mme.gov.br/documents/36108/469987/PNM_2030.pdf/c1c58bf5-d32b-00be-

5b70-8bf73e4923ad. Acesso em: 10 nov. 2022.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Portaria nº 135, de 28 de março de 2020.** Brasília: MME, 2020d. Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/acesso-a-informacao/legislacao/portarias/2020/portaria-n-135-2020.pdf/view. Acesso em: 10 nov. 2022.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Portaria nº 354, de 28 de setembro de 2020.** Brasília: MME, 2020c. Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/acesso-a-informacao/legislacao/portarias/2020/portaria-n-354-2020.pdf/view.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Portaria nº 695 /GM/MME, de 18 de outubro de 2022.** Brasília: MME, 2022c. Disponível em: https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-695/gm/mme-de-18-de-outubro-de-2022-437612563. Acesso em: 26 mar. 2023.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Portaria normativa nº 51/GM/MME, de 18 de outubro de 2022**. Brasília: MME, 2022d. Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/acesso-a-informacao/legislacao/portarias/2022/portaria-normativa-n-51-gm-mme-2022.pdf Acesso em: 10 nov. 2022.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria Especial de Assuntos Estratégicos. **Plano Nacional de Fertilizantes 2050** - uma estratégia para os fertilizantes no Brasil. Brasília: MME, 2021c. Disponível em: https://static.poder360.com.br/2022/03/plano-nacional-de-fertilizantes-brasil-2050.pdf. Acesso em: 10 nov. 2023.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. Balança comercial e estatísticas do comércio exterior. Brasília: MDIC, 2023b. Disponível em: https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/assuntos/comercio-exterior/estatisticas. Acesso em: 26 mar. 2023.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. **ComEx Stat**. Brasília: MDIC, 2022a. Disponível em: http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home. Acesso em: 2 maio 2023.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Relação anual de informações sociais** – RAIS. Brasília: MTE, 2023a. Disponível em: https://bi.mte.gov.br/bgcaged/caged_rais_vinculo_id/caged_rais_vinculo_basico_tab.php. Acesso em: 22 jul. 2023.

BRASIL. Resolução n° 13, de 18 de agosto de 2019. Estabelece medidas regulatórias objetivando assegurar a estabilidade de barragens de mineração, notadamente aquelas construídas ou alteadas pelo método denominado "a montante" ou por método declarado como desconhecido e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção I, Brasília, p. 44, ago. 2019b. Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-13-de-8-de-agosto-de-2019-210037027. Acessado em: 12 nov. 2023.

CALUSSI, Joana; HANGAI, L. A. “Indústria 4.0: empresas investem em fábricas inteligentes”. **Welle Laser**, 2 maio 2015. Disponível em: https://wellelaser.com/industria-4-0-empresas-investem-em-fabricas-inteligentes/. Acesso em: 10 set. 2023.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Desempenho da construção civil em 2022 e perspectivas para 2023**. Brasília: CBIC, 2023. Disponível em:

https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2022/12/panorama-construcao-dez-2022-final.pdf. Acesso em: 05 mar. 2023.

CARDOSO, M. O. Indústria 4.0: a quarta revolução industrial. 2016. 45 f. Monogradia (Especialização em Automação Industrial)-Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016. Disponível em: https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/17086/1/CT_CEAUT_2015_08.pdf. Acesso em: 8 de out. 2023.

CARDOSO JÚNIOR, H. M. **O capital minerador e as mudanças socioespaciais e econômicas no Vale do Rio Crixás-Goiás.** 2017. 232 f. Dissertação (Mestrado em Territórios e Expressões Culturais no Cerrado)-Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2017. Disponível em: https://www.bdtd.ueg.br/handle/tede/1018. Acesso em: 8 de out. 2023.

CARRANÇA, T. 'A indústria virou pó': como agro e mineração já superam manufatura no Brasil. **BBC News Brasil**, 12 abr. 2023. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/articles/cxr0vlvqdgqo. Acesso em: 5 maio 2023.

CASTRO, F. F.; PEITER, C. C.; GÓES, G. S. Minerais estratégicos e críticos: uma visão internacional e da política mineral brasileira. **IPEA**, n. 2768, maio 2022. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11197/1/td_2768.pdf. Acesso em: 5 maio 2023.

CATALÃO. Prefeitura. Portal da Transparência. **Consulta comparativo receita prevista com arrecadada**. Catalão: Prefeitura, 2023. Disponível em: https://sig.catalao.go.gov.br/sig/app.html#/transparencia/comparativo-receita-prevista-com-arrecadada/. Acesso em: 20 jun. 2023.

CAVALCANTI, L. L.; NOGUEIRA, M. S. Futurismo, inovação e logística 4.0: desafios e oportunidades. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 7., 2017, Ponta Grossa, PR. **Anais** [...]. Ponta Grossa: UTFPR, 2017. Disponível em: https://anteriores.aprepro.org.br/conbrepro/2017/anais.php. Acesso em: 10 mar. 2023

CEZÁRIO NETO, E. D. **Impactos da indústria 4.0 na mineração**. 2019. 78 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Econômicas)-Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020. Disponível em: https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/28296. Acesso em: 20 set. 2023.

CHURCH, C.; CRAWFORD, A. Minerals and the metals for the energy transition: exploring the conflict implications for mineral-rich, fragile states. The geopolitics of the global energy transition. *In*: HAFNER, M.; TAGLIAPIETRA, S. (ed.) **The geopolitics of the global energy transition.** New York: Springer, 2020. P. 279-304. Lecture notes in energy. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39066-2_12. Acesso em: 20 set. 2023.

CLARK, S.; MARTINS, S. Distinguishing AI takeover scenarios. **AI Alignment Forum**, 2021. https://www.alignmentforum.org/posts/qYzqDtoQaZ3eDDyxa/distinguishing-ai-takeover-scenarios.

COCALZINHO DE GOIÁS. Prefeitura. Portal do cidadão. **Planejamento e prestação de contas**. Cocalzinho de Goiás: Prefeitura, 2023. Disponível em: https://acessoainformacao.cocalzinho.go.gov.br/cidadao/resp_fiscal/balancos_mg. Acesso em: 20 jun. 2023.

COLZANI, E. D. **O uso da inteligência artificial no processo do trabalho**: e a questão da segurança jurídica. Dissertação (Mestrado em Ciência Jurídica)-Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, SC, 2022. Disponível em: https://www.univali.br/Lists/TrabalhosMestrado/Attachments/3030/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Eduardo%20Ed%C3%A9zio%20Colzani.pdf. Acesso em: 2 out. 2022.

COM A SERRA Verde, Goiás ingressa no mercado mundial de terras raras. **Brasil Mineral**, ano 60, n. 430, p.26-29, jun. 2023. Disponível em https://www.brasilmineral.com.br/revista/430/Revista%20Brasil%20Mineral%20-%20430.pdf. Acesso em: 28 set. 2023.

COMPANHIA BRASILEIRA DE METALÚRGIA E MINERAÇÃO**. Relatório de sustentabilidade 2020/2021**. Araxá/MG: CBMM, 2021. Disponível em: https:// cbmm.com/assets/sustainability-report-2020/pdf/CBMM-Relatorio-deSustentabilidade-2020.pdf. Acesso em: nov. 2022.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. Serviço Geológico do Brasil. **Estudos para o Plano Nacional de Mineração 2050** - PNM 2050. Brasília, DF: CPRM, 2022a. (Caderno 2. Pesquisa e produção mineral, v. I) Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/geologia-mineracao-e-transformacao-mineral/pnm-2050/estudos/caderno-2-pesquisa-e-producao-mineral/EstudosMSWordPNM2050Caderno220221116_Vol.I.pdf. Acesso em: nov. 2022.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. Serviço Geológico do Brasil. **Estudos para o Plano Nacional de Mineração 2050 -** PNM 2050. Brasília, DF: CPRM, 2022b. (Caderno 2. Pesquisa e Produção Mineral, v. II). Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/geologia-mineracao-e-transformacao-mineral/pnm-2050/estudos/caderno-2-pesquisa-e-producao-mineral/EstudosMSWordPNM2050Caderno220221116_Vol.II.pdf. Acesso em: nov. 2022.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. Serviço Geológico do Brasil. **Estudos para o Plano Nacional de Mineração 2050 -** PNM 2050. Brasília, DF: CPRM, 2022c. (Caderno 2. Pesquisa e Produção Mineral, v. III). Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/geologia-mineracao-e-transformacao-mineral/pnm-2050/estudos/caderno-2-pesquisa-e-producao-mineral/copy_of_EstudosMSWordPNM2050Caderno220221116_Vol.III.pdf. Acesso em: nov. 2022.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. Serviço Geológico do Brasil. **Mapa da geodiversidade do estado de Goiás e Distrito Federal**. Brasília: CPRM, 2014. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/16732. Acesso em: 19 mar. 2023.

COPPIN, Bem**. Inteligência artificial**. Rio de Janeiro: LTC, 2012

COSTA, M.; STEFANO, F. A era das fábricas inteligentes está começando. **Revista Exame**, São Paulo, 7 ago. 2014.

CRIXÁS. Prefeitura. **Demonstrativo da despesa e receita segundo as categorias econômicas**. Crixás: Prefeitura, 2021. Disponível em: https://api.centi.com.br/portal/relatorios/go/crixas?Key=Jd2s$Z58teX&FileName=LISTABALANCOANEXO1.PDF. Acesso em: 20 jun. 2023.

CRU INTERNATIONAL. **Veículos elétricos, renováveis e Covid-19: o que vem a seguir para a demanda por metais básicos?** [*s. l.*]: CRU, 2021. Disponível em: https://www.crugroup.com/analysis/copper/. Acessado em: novembro de 2022.

DINAMITE pura: como a política mineral do governo Bolsonaro (2019-2022) armou uma bomba climática e anti-indígena. Brasília ; São Paulo : Observatório da Mineração : Sinal de Fumaça, 2023. Disponível em: https://www.sinaldefumaca.com/wp-content/uploads/2023/03/sdf-DINAMITE_PURA_VFINAL.pdf.

DUTRA, I.; GUAGLIARDI, J. A. As micro e pequenas empresas: uma revisão da literatura de marketing e os critérios para caracteriza-las. **Revista de Administração em Empresas,** Rio de Janeiro, v. 24, n. 4, p. 123-131, out/dez. 1984. Acesso em: 15 abr. 2023.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Gado de corte**: importância da suplementação mineral para bovinos de corte. Brasília: Embrapa, 2001 Disponível em: https://old.cnpgc.embrapa.br/publicacoes/doc/doc114/06exigencias.html. Acesso em: 15 abr. 2023.

ENRÍQUEZ, M. A. **Caderno 4**: cenários prováveis e visão de futuro (Relatório 3). [*s. l. : s. n.*], 2023. (Plano Estadual de Recursos Minerais de Goiás – PERM 2022-2042).

FARIA, W. Goiás fica na lanterna no ranking de qualidade de energia. **Empreender em Goiás,** 30 mar. 2023. Disponível em: https://empreenderemgoias.com.br/2023/03/30/goias-fica-na-lanterna-no-ranking-de-qualidade-de-energia/#pop-up-banner. Acesso em: 05 abr. 2023.

FERREIRA, V. B. Nanotecnologia e sua importância no contexto brasileiro. *In*: FERREIRA, V. B. (org.). **E-science e políticas públicas para ciência, tecnologia e inovação no Brasil**. Salvador: EDUFBA, 2018. p. 97- 106. DOI: https://doi.org/10.7476/9788523218652.0007.

FUERSTENAU, D. W. Flotation science and engineering: advances and challenges. 1988. *In*: INTERNATIONAL MINERAL PROCESSING CONGRESS, 16., 1998, San Antonio, Texas. **Proceedings** [...]. San Antonio, Texas: [*s. n.*], 1998. p. 63–80.

GIELEN, D. Critical minerals for the energy transition. Abu Dhabi, United Arab Emirates: International Renewable Energy Agency, 2021. Disponível em: https://hydrogen-portal.com/wp-content/uploads/2021/12/IRENA_Critical_Materials_2021.pdf. Acesso em: 22 mar. 2023.

GOIÁS (*Estado*). **Constituição do Estado de Goiás.** Goiânia: Casa Civil, 1989. Disponível em: https://legisla.casacivil.go.gov.br/pesquisa_legislacao/103152/constituicao-estadual. Acesso em: 22 mar. 2023.

GOIÁS (*Estado*). **Lei n. 21.670, de 6 de dezembro de 2022**. Dispõe sobre a criação do Fundo Estadual de Infraestrutura – FUNDEINFRA. Goiânia: Casa Civil, 2022. Disponível em: https://legisla.casacivil.go.gov.br/api/v2/pesquisa/legislacoes/106378/pdf. Acesso em: 22 mar. 2023.

GOIÁS (*Estado*). Lei Estadual nº 20.514, de 16 de julho de 2019. Autoriza, para fins exclusivos de exportação, a extração e o beneficiamento do amianto da variedade crisotila no Estado de Goiás. **Diário Oficial do Estado,** Goiânia, 16 jul. 2019a. Disponível em: https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=379726. Acesso em: nov. 2022.

GOIÁS (*Estado*). **Lei nº 20.694, de 26 de dezembro de 2019.** Dispõe sobre normas gerais para o Licenciamento Ambiental do Estado de Goiás e dá outras providências. Goiânia: Casa Civil, 2019b. Disponível em: https://legisla.casacivil.go.gov.br/pesquisa_legislacao/100893/lei-20694. Acesso em: nov. 2022.

GOIÁS (*Estado*). **Lei n. 20.942**, **de 29 de dezembro de 2020**. Institui a Taxa de Controle sobre as Atividades de Pesquisa, Lavra, Exploração e Aproveitamento de Recursos Minerais — TRM e o Cadastro Estadual de Controle, Acompanhamento e Fiscalização das Atividades de Pesquisa, Lavra, Exploração e Aproveitamento de Recursos Minerais — CERM no Estado de Goiás, e dá outras providências. Goiânia, Casa Civil, 2020. Disponível em: https://legisla.casacivil.go.gov.br/api/v2/pesquisa/legislacoes/103686/pdf. Acesso em: nov. 2022.

GOIÁS (*Município*). Prefeitura. Portal da Transparência. Receitas e Despesas. **Relatório de Balanço Anual**.Goiás: Prefeitura, 2023. Disponível em: https://cidadedegoias.megasofttransparencia.com.br/receitas-e-despesas/relatorio-de-balanco-anual. Acesso em: 20 jun. 2023.

GOIÁS (*Estado*). Secretaria de Estado da Economia. **Arrecadação estadual**. Goiânia: SEE, ©2023. Disponível em: https://goias.gov.br/economia/arrecadacao-estadual/. Acesso em: 20 jun. 2023.

GOMES, H.; TEIXEIRA NETO, A.; BARBOSA, A. S. **Geografia:** Goiás-Tocantins. 2. ed. Goiânia: Editora da UFG, 2004.

GOMES, H. **Geografia socioeconômica de Goiás**. Goiânia: Brasil Central, 1969.

GUARANI DE GOIÁS. Prefeitura. **Demonstrativo da receita e despesa segundo as categorias econômicas**. Guarani de Goiás: Prefeitura, 2021. Disponível em: https://api.centi.com.br/portal/relatorios/go/guaranidegoias?Key=MAJ9$Z58teX&FileName=LISTABALANCOANEXO1.PDF. Acesso em: 20 jun. 2023.

HEIDER, M.; SIQUEIRA, D. F. Urânio: retrospectiva histórica e regulatória do Brasil. **The in Mine**, 23 dez. 2022. Disponível em: https://www.inthemine.com.br/site/uranio-retrospectiva-historica-e-regulatoria-do-brasil/. Acesso em: 20 jun. 2023.

HOCHSCHILD investirá R$ 900 milhões em Mara Rosa. **Brasil Mineral**, 29 abr. 2022. Disponível em: https://www.brasilmineral.com.br/noticias/hochschild-investira-r-900-milhoes-em-mara-rosa. Acesso em: 20 jun. 2023.

INDIARA. Prefeitura. Portal da transparência. **Receita**. Indiara: Prefeitura, 2023. Disponível em: http://prefeituradeindiara.sigepnet.com.br/transparencia/receitas.php. Acesso em: 20 jun. 2023.

INDÚSTRIA 4.0: a transformação digital na mineração. A gestão e os processos em um só lugar. **Jazida**, 28 abr. 2023. Disponível em: https://blog.jazida.com/industria-4-0-a-transformacao-digital-na-mineracao-2/. Acesso em: 15 nov. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema de contas nacionais**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023c. Disponivel em:

https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/comercio/9052-sistema-de-contas-nacionais-brasil.html. Acesso em: 3 abr. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Valor da transformação industrial.** Rio de Janeiro: IBGE, 2023a. Disponível em: https://metadados.ibge.gov.br/consulta/glossario/estatistico. Acesso em: 20 jun. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Cidades**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023b. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br. Acesso em: set. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **Anglo amplia participação no país.** Brasília: IBRAM, 2011. Disponível em: https://ibram.org.br/noticia/anglo-amplia-participacao-no-pais/. Acesso em: nov. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **Ayamana investe R$ 287 milhões.** Brasília: IBRAM, 2009. Disponível em: https://ibram.org.br/noticia/yamana-investe-r-287-milhoes/. Acesso em: nov. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **Empresas de olho no novo ciclo do ouro.** Brasília: IBRAM, 2014. Disponível em: https://ibram.org.br/noticia/empresas-de-olho-no-novo-ciclo-do-ouro/. Acesso em: nov. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **Setor mineral –** terceiro trimestre de 2023. Brasília: IBRAM, 2023b. Disponível em: https://ibram.org.br/publicacoes/?txtSearch=Setor+mineral+#publication. Acesso em: 5 nov. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DA MINERAÇÃO. **Panorama Mineração do Brasil** 2023. Brasília: IBRAM, 2023a. Disponível em https://ibram.org.br/publicacoes/?txtSearch=Panorama+Minera%C3%A7%C3%A3o+do+Brasil+#publication. Acesso em: 20 set. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **Práticas em circularidade no setor mineral**. Brasília: IBRAM, 2022. Disponível em: https://ibram.org.br/wp-content/uploads/2022/09/IBRAM_Praticas-em-Circularidade-no-Setor-Mineral_WEB.pdf Acesso em: 20 set. 2023.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Instrução Normativa nº 11, de 11 de dezembro de 2014. Estabelecer procedimento para elaboração, análise, aprovação e acompanhamento da execução de Projeto de Recuperação de Área Degradada ou Perturbada- PRAD. **Diário Oficial da União**, Brasília, 12 dez. 2014. Disponível em: https://www.jusbrasil.com.br/diarios/82233806/dou-secao-1-12-12-2014-pg-126. Acesso em: 20 set. 2023.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA**. Diagnóstico dos resíduos sólidos da atividade de mineração de substâncias não energéticas:** relatório de pesquisa. Brasília: Ipea, 2012. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7702/1/RP_Diagn%C3%B3stico_2012.pdf. Acesso em: 14 out. 2023.

INSTITUTO MAURO BORGES. **Déficit habitacional com base nos dados do CadÚnico 2020**. Goiânia: IMB, 2021. Disponível em:

https://www.imb.go.gov.br/files/docs/publicacoes/estudos/2021/estudo_deficit_habitacional.pdf. Acesso em: 12 fev. 2023.

INSTITUTO MAURO BORGES. **Índice de desenvolvimento dos municípios goianos** – 2020/2021.Goiânia: IBM, 2023.

INSTITUTO MAURO BORGES. **Perfil e potencialidades dos municípios goianos**. Goiânia: IMB, 2012. Disponível em: https://www.imb.go.gov.br/files/docs/publicacoes/estudos/2012/perfil-e-potencialidades-dos-municipios-goianos.pdf. Acesso em: 12 fev. 2023.

INSTITUTO MAURO BORGES. **PIB do Estado de Goiás** – 2016. Goiânia: IBM, 2016. Disponível em: https://goias.gov.br/imb/produto-interno-bruto-do-estado-de-goias-2016/. Acesso em: 12 fev. 2023.

INSTITUTO MAURO BORGES. **PIB do Estado de Goiás** – 2018. Goiânia: IBM, 2018. Disponível em: https://www.imb.go.gov.br/files/docs/publicacoes/pib-goias/pibgo2018.pdf. Acesso em: 12 fev. 2023.

INSTITUTO MAURO BORGES. **PIB do Estado de Goiás** – 2019. Goiânia: IBM, 2019. Disponível em: https://www.imb.go.gov.br/files/docs/publicacoes/pib-goias/pibgo2019.pdf. Acesso em: 12 fev. 2023.

INSTITUTO MAURO BORGES. **PIB do Estado de Goiás** – 2020. Goiânia: IBM, 2019. Disponível em: https://www.imb.go.gov.br/files/docs/publicacoes/pib-goias/PIB_Regional_2020.pdf. Acesso em: 12 fev. 2023.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Como minerais críticos podem desbloquear um futuro de energia mais limpa**. [*s. l.*]: IEA, 2023b. Disponível em: https://www.iea.org/topics/critical-minerals. Acesso em: 24 nov. 2023.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **A oportunidade da América Latina em minerais críticos para a transição para energia limpa**. [*s. l.*]: IEA, 2023c. Disponível em https://www.iea.org/commentaries/latin-america-s-opportunity-in-critical-minerals-for-the-clean-energy-transition. Acesso em: 24 nov. 2023.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **A demanda por minerais críticos para tecnologias de energia limpa deve aumentar rapidamente em todos os cenários da AIE**. [*s. l.*]: IEA, 2023a. https://www.iea.org/reports/critical-minerals-market-review-2023/implications#abstract. Acessado em 22 de novembro de 2023.

JANDAIA. Prefeitura. Portal do cidadão. **Planejamento e prestação de contas**. Jandaia: Prefeitura, 2023. Disponível em: https://acessoainformacao.jandaia.go.gov.br/cidadao/resp_fiscal/balancos_mg. Acesso em: 20 jun. 2023.

KINNUNEN, P. H. M.; KAKSONEN, A. H. Towards circular economy in mining: Opportunities and bottlenecks for tailings valorization. **Journal of Cleaner Production**, v. 228, p. 153-160, 2019.

KRISHNAN, M.; SAMANDARI, H.; WOETZEL, J. *et al*. **The net-zero transition:** what it would cost, what it could bring. [s. l.]: Mckinsey & Company, 2022. Disponível em:

https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/the-net-zero-transition-what-it-would-cost-what-itcould-bring. Acesso em: nov. 2022.

LOBATO JÚNIOR, R. S. **Regulação minerária:** a interferência do Tribunal de Contas da União na Agência Nacional de Mineração. 2021. 231 f. Dissertação (Mestrado em Direito)-Escola de Direito do Rio de Janeiro da Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: https://repositorio.fgv.br/server/api/core/bitstreams/69c6aed4-5f63-4b6d-b7f1-04fd7d5add92/content. Acesso em: nov. 2022.

LUZ, A. B.; SAMPAIO, J. A.; ALMEIDA, S. L. M. (ed.). Tratamento de minérios 2010. 5. ed. Rio de janeiro: CETEM/MCT, 2010. 932 p.

MACHADO, I. F.; FIGUEIRÔA, S. **História da mineração brasileira**. Curitiba: CRV, 2020.

MARTINS, Wellingtom (org.). **Títulos minerários e áreas de interesse mineral ; Distribuição das principais reservas minerais em Goiás**. Brasília: SGB, 2024.

MINAÇU. Prefeitura. **Demonstrativo da receita e despesa segundo as categorias econômicas**. Minaçu: Prefeitura, 2020. Disponível em: https://api.centi.com.br/portal/relatorios/go/minacu?Key=GKj0$Z58teX&FileName=LISTABALANCOANEXO1.PDF. Acesso em 20 jun. 2023.

MIRKHAN, A. Trabalhadores da mineração de Goiás se levantam contra riscos e "descasos" de grandes empresas: contaminação, acidentes e riscos ambientais são relatados em diferentes minas instaladas no pujante norte goiano. **Brasil de Fato**, 27 de ago. 2022. Disponível em: https://www.brasildefato.com.br/2022/08/27/trabalhadores-da-mineracao-de-goias-se-levantam-contra-riscos-e-descasos-de-grandes-empresas. Acesso em: set. 2022.

MONTEIRO, N. B. R.; SILVA, E. A.; MOITA NETO, J. M. Sustainable development goals in mining. **Journal of Cleaner Production**, v. 228, p. 509-520, 2019. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652619314295. Acesso em: set. 2022.

MORAES, Sandra Lucia; MOTTA, F. G.; MASSOLA, C. P.; SACCOCCIO, E. M.; CABRAL JÚNIOR, M. Rejeitos de mineração: um olhar do cenário brasileiro – Parte II: tecnologias para aproveitamento e novos usos. *In*: SIMPÓSIO DE MINERAÇÃO, 18., 2017, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: [*s. n.*], 2017. Disponível em: https://abmproceedings.com.br/ptbr/article/rejeitos-de-mineracao-um-olhar-do-cenario-brasileiro-parte-ii-tecnologias-para-aproveitamento-e-novos-usos. Acessado em: nov. 2023.

OLIVEIRA, E. Wave Nickel Brasil vai investir R$ 1,5 bilhão até 2029 para modernizar planta de antiga mineradora em Niquelândia. **Portal Excelência Notícias**, 14 abr. 2023. Disponível em: https://excelencianoticias.com.br/2023/04/14/wave-nickel-brasil-vai-investir-r-15-bilhao-ate-2029-para-modernizar-planta-de-antiga-mineradora-em-niquelandia/. Acessado em: nov. 2023.

OLIVEIRA, F. T.; SIMÕES, W. L. A Indústria 4.0 e a produção no contexto dos Estudantes de Engenharia. *In*: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DEPRODUÇÃO, 2017, Catalão. **Anais eletrônicos** [...]. Catalão: UFG, 2017. Disponível em: https://sienpro.catalao.ufg.br/up/1012/o/Fernanda_Tha%C3%ADs_de_Oliveira.pdf. Acesso em:20 de jun. 2018.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Governança regulatória no setor de mineração no Brasil**. Paris: OECD Publishing, 2022. Disponível em: https://www.oecd-ilibrary.org/governance/governanca-regulatoria-no-setor-de-mineracao-no-brasil_df9252dc-pt. Acesso em:20 de jun. 2018.

OUVIDOR. Prefeitura. Portal da transparência. Receitas e despesas. **Relatório de balanço anual**. Ouvidor: Prefeitura, 2023. Disponível em: https://ouvidor.megasofttransparencia.com.br/receitas-e-despesas/relatorio-de-balanco-anual. Acesso em: 20 jun. 2023.

PILAR DE GOIÁS. Prefeitura. Portal do cidadão. **Planejamento e prestação de contas**. Pilar de Goiás: Prefeitura, 2023. Disponível em: https://acessoainformacao.pilar.go.gov.br/cidadao/resp_fiscal/balancos. Acesso em: 20 jun. 2023.

PLANALTINA. Secretaria de Saúde. **Relatório Anual de Gestão 2020**. Planatina: Secretaria de Saúde, 2021. Disponível em: https://planaltina.go.gov.br/wp-content/uploads/2021/04/RAG-2020-PLANALTINA-GO_210423_160012.pdf. Acesso em: 20 jun. 2023.

PORTELLA, M. O. Efeitos colaterais da mineração no meio ambiente. **Revista Brasileira de Políticas Públicas**, v. 5, n. 3, 2015.

PROJETO busca recuperar áreas degradadas pela mineração em Goiás. **Canal Rural,** 22 jan. 2011. Disponível em: https://www.canalrural.com.br/noticias/projeto-busca-recuperar-areas-degradadas-pela-mineracao-goias-18312/. Acesso em: set. 2022.

RASCÓN, Á. C.; JIMENO, C. L.; RUANO, F. L. Mineração 4.0, um setor em total evolução. **Revista Gerencia de Riesgos y Seguros**, 2023. Disponível em: https://www.mapfreglobalrisks.com/pt-br/gerencia-riscos-seguros/estudos/mineracao-4-0-um-setor-em-total-evolucao/. Acesso em: 27 nov. 2023.

REZENDE, N. G. A. M. I**nsumos minerais para agricultura e áreas potenciais nos estados do Pará e Amapá**. Belém: CPRM, 2001. Disponível em: https://rigeo.sgb.gov.br/bitstream/doc/1575/1/Insumos%20minerais%20para%20a%20agricultura%20e%20%C3%A1reas%20potenciais%20nos%20estados%20do%20Par%C3%A1%20e%20Amap%C3%A1.pdf. Acesso em: 27 nov. 2023.

SANTOS, B.; BORGES, F. B.; RODRIGUES, A. A.; SOUZA, H. S. A evolução da tecnologia: vivendo uma nova era. *In*: ENCONTRO INTERNACIONAL DE PESQUISA CIENTÍFICA, 11., 2029, Maringá, PR. **Anais Eletrônico** [...]. Maringá, PR: Unicesumar, 2029. Disponível em: https://rdu.unicesumar.edu.br/bitstream/123456789/3699/1/Bruno%20Rodrigues%20Dos%20Santos.pdf. Acesso em: 27 nov. 2023.

SANTOS, R. C. V. Contribuição do setor mineral no produto interno bruto brasileiro. **Boletim Radar**, v. 65, p. 33-36, abr. 2021. Disponível: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/10606/1/Radar_65_contribuicao_setor_mineral.pdf. Acesso em: 22/02/2023.

SÃO LUIZ DE MONTES BELOS. Prefeitura. Portal da transparência. **Relatórios contábeis**.

São Luiz de Montes Belos: Prefeitura, 2023. Disponível em: http://prefeituraslmb.sigepnet.com.br/transparencia/publicacoes_lrf.php?portal=1. Acesso em: 20 jun. 2023.

SARAVIA, E.; FERRAREZI, E. (org.). **Políticas públicas**: coletânea v. 1. Brasília: ENAP, 2006. Disponível em: https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/3132/1/Coletanea_pp_v1.pdf. Acesso em: 22 ago. 2023.

SAYÃO, A. As principais técnicas para lidar com 'lixo da mineração'. **Revista M&T**, 2019. Disponível em https://revistamt.com.br/Noticias/Exibir/as-principais-tecnicas-para-lidar-com-lixo-da-mineracao. Acesso em: 22 ago. 2023.

SCLIAR, C. **Geopolítica das minas do Brasil**: a importância da mineração para a sociedade. Rio de Janeiro: Revan, 1996.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Anuário do trabalho na Micro e Pequena empresa**. São Paulo: Sebrae, 2013. Disponível em: https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Anuario%20do%20Trabalho%20Na%20Micro%20e%20Pequena%20Empresa_2013.pdf. Acesso em: 12 abr. 2023.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Causa mortis**: o sucesso e o fracasso das empresas nos primeiros 5 anos de vida. São Paulo: Sebrae, 2014. Disponível em: https://sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/SP/Pesquisas/CAUSA%20MORTIS_vf.pdf. Acesso em: 12 abr. 2023.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Data MPE Brasil**. São Paulo: Sebrae, 2023a. Disponível em: https://datampe.sebrae.com.br/profile/geo/brasil. Acesso em: 22 ago. 2023.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Data MPE Goiás**. Goiás: Sebrae, 2023b. Disponível em: https://datampe.sebrae.com.br/profile/geo/goias?companiesDivisao=divisaoB05&redirect=true&yearRF=year2022#emprego. Acesso em: 22 ago. 2023.

SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA. Departamento Regional do Rio Grande do Sul. **A indústria 4.0**. Porto Alegre: Senai, 2019. Disponível em: https://www.sesirs.org.br/industria-inteligente/industria-40-chegou-no-brasil. Disponível em 23 abr. 2023.

SOBREIRA, P. A. Estudos sobre as barragens de rejeitos do Estado de Goiás. **Epitaya E-books**, v. 1, n. 11, p. 152-169, 2021. Disponível em: https://portal.epitaya.com.br/index.php/ebooks/article/view/280. Acesso em: 18 jun. 2023.

SOUZA, C. Políticas públicas: uma revisão da literatura. **Sociologias**, ano 8, n. 16, p. 20-45, jul./dez. 2006. Disponível em: https://www.scielo.br/j/soc/a/6YsWyBWZSdFgfSqDVQhc4jm/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 18 jun. 2023.

SOUZA, D. Goiás tem 18 barragens críticas, diz relatório da ANA. **O Popular**, 31 jul. 2022. Disponível em: https://opopular.com.br/cidades/goias-tem-18-barragens-criticas-diz-relatorio-da-ana-1.2501042. Acesso em: 18 jun. 2023.

STOCK, T.; SELIGER, G. Opportunities of sustainable manufacturing in industry 4.0. **Procedia Cirp**, v. 40, p. 536-541, 2016.

TAURUS, V; MADZIVANYIKA, E. Do resource-rich countries get a fair share of mineral exports? insights from their governments. intergovernmental. **IGF**, 2022. Disponível em: https://www.igfmining.org/resource-rich-countries-fair-share-mineral-exports/. Acesso em: 18 jun. 2023.

TESSARINI, G.; SALTORATO, P. Impactos da indústria 4.0 na organização do trabalho: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Produção Online**, v. 18, n. 2, p. 743-769, jun. 2018. Disponível em: https://producaoonline.org.br/rpo/ article/view/2967. Acesso em: 16 jun. 2020.

TOURAL, C.; CORONEL, G.; FERRARI, P. (org.). **Big data e fake news:** na sociedade do (des)conhecimento. 2. ed. São Paulo: Ria Editorial, 2020.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIAS. **UEG entrega R$12 milhões em investimentos na área de pesquisa**. Anápolis: UEG, 2023. Disponível em: https://www.ueg.br/palmeiras/noticia/61714. Acesso em: 14 nov. 2023.

UNIVESIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Laboratório de Transporte e Logística. **Estudos e pesquisas para a elaboração de levantamentos e de análises acerca da infraestrutura do transporte e da logística do setor mineral no Brasil, assim como dos investimentos esperados no setor**. Florianópolis: UFSC, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/geologia-mineracao-e-transformacao-mineral/pnm-2050/estudos/caderno-4-competitividade-da-industria-mineral-brasileira/copy4_of_MMERelatrioFinalUFSC20221128.pdf. Acesso em: 14 mar. 2023.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. EIA technical review guideline: non-metal and metal mining. United States: EPA, 2011. 196 p. v. 1, part. 1. Disponível em: https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-04/documents/miningvol1.pdf. Acesso em: 14 mar. 2023.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY**. Mineral commodity summaries 2022**. Reston, Virgínia: USGS, 2022. Disponível em: https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022.pdf. Acesso em: nov. 2022.

VALE vê aumento de 44% na demanda global de níquel até 2030 e divulga projeções. **Uol Notícias**, 7 set. 2022. Disponível em: https://economia.uol.com.br/noticias/reuters/2022/09/07/vale-ve-aumento-de-44-na-demanda-global-de-niquel-ate-2030-e-divulga-projecoes.htm?cmpid=copiaecola. Acesso em: nov. 2022.

VALENCIO, N. ABC da remineralização de solo. **Revista Brasil Mineral**, v. 60, n. 430, p. 37-39, jun. 2023. Disponível em: https://www.brasilmineral.com.br/revista/430/Revista%20Brasil%20Mineral%20-%20430.pdf. Acesso em: 20 jun. 2023.

VILA PROPÍCIO. Prefeitura. Portal do cidadão. **Planejamento e prestação de contas**. Vila Propício: Prefeitura, 2023. Disponível em: https://acessoainformacao.vilapropicio.go.gov.br/cidadao/resp_fiscal/balancos_mg. Acesso

em: 20 jun. 2023.

WOLFF, A. P. **Caracterização de rejeitos de minérios de ferro de minas da Vale**. 2009. 107f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral)-Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG, 2009. Disponível em: https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2345/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O_Caracteriza%c3%a7%c3%a3oRejeitosMin%c3%a9rio.pdf. Acesso em: nov. 2023.

WORD BANK. **Minerals for climate action:** the mineral intensity of the clean energy. Washington: Word Bank, 2020. Disponível em: https://pubdocs.worldbank.org/en/961711588875536384/Minerals-for-Climate-Action-The-Mineral-Intensity-of-the-Clean-Energy-Transition.pdf. Acesso em: 15 nov. 2023.

ANEXO A

Tabela 34 – Goiás, faixa etária de pessoas empregadas na extrativa mineral - 2021

Município	Faixa etária							
	15 a 17	18 a 24	25 a 29	30 a 39	40 a 49	50 a 64	65 ou mais	Total
ABADIÂNIA	1	11	12	22	25	19	4	94
ALTO HORIZONTE	-	107	171	441	264	65	4	1.052
ALVORADA DO NORTE	-	1	2	11	1	5	-	20
AMERICANO DO BRASIL	-	-	-	-	1	-	-	1
ANÁPOLIS	-	4	6	18	21	32	3	84
ANICUNS	-	-	-	1	1	-	-	2
APARECIDA DE GOIÂNIA	-	14	26	43	57	65	16	221
ARAGARCAS	-	-	1	-	1	2	-	4
ARAGUAPAZ	-	-	-	-	3	2	-	5
ARUANA	-	-	-	-	-	1	-	1
AURILÂNDIA	-	1	-	-	1	-	-	2
BARRO ALTO	-	129	92	136	87	40	4	488
BELA VISTA DE GOIÁS	-	13	13	21	17	17	-	81
BOM JARDIM DE GOIÁS	-	2	-	-	3	-	-	5
BURITI ALEGRE	-	-	5	3	3	1	1	13
BURITI DE GOIÁS	-	1	1	3	1	1	-	7
CABECEIRAS	-	24	22	49	32	21	5	153
CACHOEIRA ALTA	-	1	2	6	1	6	-	16
CACHOEIRA DE GOIÁS	-		-	-	-	1	-	1
CAIAPÔNIA	-	12	9	23	19	14	3	80
CALDAS NOVAS	-	7	8	14	27	11	2	69
CAMPESTRE DE GOIÁS	-	-	-	-	1	1	-	2
CAMPINACU	-	-	-	3	-	-	-	3
CAMPINORTE	-	8	3	5	7	3	1	27
CAMPO LIMPO DE GOIÁS	-	1	6	6	5	3	-	21
CAMPOS BELOS	-	-	2	-	2	-	-	4
CAMPOS VERDES	-	23	19	47	42	21	-	152
CATALÃO	-	70	79	264	239	119	15	786
CATURAÍ	-	1	1	3	-	-	-	5
CAVALCANTE	-	3	4	5	8	3	1	24
CEZARINA	-	-	-	1	-	-	-	1
COCALZINHO DE GOIÁS	-	15	22	52	51	29	1	170
CORREGO DO OURO	-	-	-	1	-	2	-	3
CORUMBA DE GOIAS	-	-	1	1	-	2	-	4
CORUMBAÍBA	-	-	-	1	3	1	-	5
CRISTALINA	-	2	4	5	7	4	-	22
CRISTIANÓPOLIS	-	-	-	3	-	-	-	3
CRIXÁS	-	222	283	748	385	89	1	1.728
CUMARI	-	8	6	5	8	4	-	31
FAINA	2	20	9	34	27	9	1	102
FORMOSA	-	20	22	52	43	30	2	169
FORMOSO	-	1	1	7	9	8	1	27

DIVINÓPOLIS DE GOIÁS	-	10	15	32	16	11	-	84
GOIANÁPOLIS	-	4	4	11	6	10	1	36
GOIANDIRA	-	-	7	9	17	5	1	39
GOIANÉSIA	-	1	3	1	3	1	-	9
GOIÂNIA	-	4	14	43	34	14	3	112
GOIANIRA	1	3	4	12	6	12	6	44
GOIÁS	-	36	13	26	34	34	3	146
GOUVELÂNDIA	-	-	-	-	1	-	-	1
GUAPÓ	-	6	10	33	24	21	1	95
GUARANI DE GOIÁS	-	17	11	24	16	9	-	77
GUARINOS	-	1	4	14	12	1	-	32
HIDROLÂNDIA	-	-	1	3	6	-	-	10
INDIARA	-	69	75	184	136	82	6	552
IPAMERI	-	-	-	-	1	2	1	4
IPORÁ	-	-	-	-	-	1	-	1
ISRAELÂNDIA	-	1	-	5	8	5	-	19
ITAPACI	-	2	3	7	3	1	-	16
ITAPURANGA	1	-	-	-	2	-	-	3
ITUMBIARA	-	-	3	17	11	3	3	37
IVOLÂNDIA	-	-	1	-	1	-	-	2
JANDAIA	-	23	9	29	27	12	3	103
JARAGUÁ	-	2	3	9	13	8	-	35
JATAÍ	-	6	1	12	9	10	1	39
JAUPACI	-	2	1	-	3	3	-	9
JOVIÂNIA	-	12	11	16	8	4	-	51
LUZIÂNIA	-	3	7	11	17	14	-	52
MAMBAÍ	-	1	3	1	3	1	-	9
MARA ROSA	-	2	4	16	7	11	-	40
MIMOSO DE GOIÁS	-	-	4	3	1	3	-	11
MINACU	2	62	47	191	184	82	2	570
MINEIROS	-	-	-	2	2	-	-	4
MONTE ALEGRE DE GOIÁS	-	-	-	1	4	-	-	5
MONTES CLAROS DE GOIÁS	-	5	1	7	3	2	1	19
MONTIVIDIU	-	9	6	22	15	11	2	65
MONTIVIDIU DO NORTE	-	3	9	14	5	5	-	36
MOSSÂMEDES	-	1	-	5	6	5	-	17
NIQUELÂNDIA	-	3	4	45	60	57	6	175
NOVA CRIXÁS	-	-	-	1	-	-	-	1
NOVA GLÓRIA	-	-	-	1	1	2	-	4
NOVA ROMA	-	7	13	20	8	4	-	52
NOVA VENEZA	-	9	4	8	8	10	1	40
NOVO BRASIL	-	-	1	1	-	-	-	2
NOVO GAMA	-	-	-	-	4	-	-	4
ORIZONA	-	7	10	13	14	12	-	56
OUVIDOR	2	31	35	137	113	54	5	377
PADRE BERNARDO	-	30	28	79	57	47	-	241
PALESTINA DE GOIÁS	-	-	2	1	-	-	-	3
PANAMÁ	-	-	4	4	2	4	-	14

PEROLÂNDIA	-	11	10	20	12	11	5	69
PILAR DE GOIÁS	16	54	115	257	126	25	1	594
PIRACANJUBA	-	-	-	-	-	1	-	1
PIRANHAS	-	12	7	34	18	13	2	86
PIRENÓPOLIS	-	10	-	6	5	4	-	25
PIRES DO RIO	-	-	2	7	2	1	-	12
PLANALTINA	-	13	12	38	38	16	-	117
PORANGATU	-	3	6	10	7	2	-	28
PORTELÂNDIA	-	5	7	16	23	10	1	62
POSSE	-	15	12	34	20	5	1	87
PROFESSOR JAMIL	-	4	3	6	10	2	-	25
RIALMA	-	-	-	-	1	2	-	3
RIO QUENTE	-	-	-	-	1	-	-	1
RIO VERDE	1	16	17	42	30	24	1	131
RUBIATABA	-	-	3	1	-	2	-	6
SANCLERLÂNDIA	-	2	4	8	5	3	-	22
SANTA BARBARA DE GOIAS	-	7	5	35	18	13	1	79
SANTA CRUZ DE GOIÁS	-	-	-	1	1	1	-	3
SANTA HELENA DE GOIÁS	-	5	5	8	4	7	-	29
SANTO ANTÔNIO DO DESCOBERTO	-	-	-	1	2	1	-	4
SÃO DOMINGOS	-	4	1	4	6	2	-	17
SÃO JOAO D'ALIANÇA	-	9	8	11	4	3	-	35
SÃO LUÍS DE MONTES BELOS	-	15	24	48	37	18	-	142
SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA	-	-	-	-	2	3	-	5
SÃO MIGUEL DO PASSA QUATRO	-	1	1	4	3	2	-	11
SÃO PATRÍCIO	-	-	-	1	-	-	-	1
SÃO SIMÃO	-	1	3	12	12	6	-	34
SENADOR CANEDO	-	2	2	15	7	4	2	32
SILVÂNIA	-	20	5	27	28	14	1	95
URUACU	-	2	5	20	31	12	1	71
URUTAÍ	-	-	-	-	1	-	-	1
VICENTINÓPOLIS	-	1	4	7	1	5	-	18
VILA BOA	-	-	1	2	-	-	-	3
VILA PROPÍCIO	-	59	58	97	53	40	7	314
Total	26	1.364	1.527	3.876	2.821	1.456	134	11.204

Fonte: Brasil (2023a).

SUDECO
SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO CENTRO-OESTE

SIC
Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Serviços

GOVERNO DE GOIÁS
O ESTADO QUE DÁ CERTO



RELATÓRIO

Substâncias Minerais Exploradas em Goiás

Organização:
Prof Dr. ANDRÉ CARLOS SILVA (ORG.), 2024

SUDECO
SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO CENTRO-OESTE
FUNAPE
Fundação de Apoio à Pesquisa
Universidade Federal de Catalão
UFG
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
Universidade Estadual de Goiás
SIC
Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Serviços
GOVERNO DE GOIÁS
O ESTADO QUE DÁ CERTO



GOVERNO DO ESTADO DE GOIÁS - GO

SECRETARIA DE INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS - SIC

CONTRATO Nº 002/2022

Mapeamento de Oportunidades de
Crescimento do Setor Mineral em Goiás
2022-2042

GOVERNO DO ESTADO DE GOIÁS - GO
SECRETARIA DE INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS - SIC

PROF. DR. ANDRÉ CARLOS SILVA (ORG.)

RELATÓRIO PRODUTO E:
RELATÓRIO ANALÍTICO DAS SUBSTÂNCIAS MINERAIS EXPLORADAS EM GOIÁS

GOIÂNIA
ABRIL/2024

Organizador

PROF. DR. ANDRÉ CARLOS SILVA (UFCAT)

AUTORIA

André Carlos Silva
Graduado em Engenharia de Minas – Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)
Mestre em Engenharia Mineral – Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)
Doutorado em Engenharia de Materiais – Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)
Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/2682532729839545

Elenice Maria Schons Silva
Graduada em Química Industrial – Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)
Mestre em Engenharia Mineral – Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)
Doutora em Engenharia Metalúrgica, Materiais e de Minas – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
Currículo Lattes: http://lattes.cnpq.br/3583927607917106

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

Relatório PRODUTO E [recurso eletrônico] : relatório analítico das substâncias minerais exploradas em Goiás / André Carlos Silva (org.). - 2024.
413 p..: il.

Bibliografia
Inclui mapas, lista de quadros, lista de figuras.

ISBN:

1. Substâncias minerais. 2. Goiás. 3. Produção mineral. 4. Lavra. 5. Processamento mineral. I. Silva, André Carlos, org.

CDU: 548/549

Elaborada pela Bibliotecária Keyla de Faria – CRB-1/3227.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Variação da Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM) por UF entre 2008 e 2023 22

Figura 2 - Variação da Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM) arrecadada em Goiás entre 2008 e 2023 22

Figura 3 - Total arrecadado com a CFEM entre 2008 e 2023 pelos principais municípios goianos com atividade de mineração 23

Figura 4 - Fluxograma para obtenção da outorga da concessão de lavra, licenças e posterior início da operação de uma mina 24

Figura 5 - Ocorrências de processos minerais ativos na base de dados da ANM de acordo com a sua fase 29

Figura 6 - Distribuição percentual dos processos minerais ativos na base de dados da ANM de acordo com a sua fase 29

Figura 7 - Ocorrências de processos minerais ativos na base de dados da ANM de acordo com a sua fase para o estado de Goiás 30

Figura 8 - Distribuição percentual dos processos minerais ativos na base de dados da ANM de acordo com a sua fase para o estado de Goiás 31

Figura 9 - *Ranking* nacional dos estados por quantidade de processos ativos na ANM 31

Figura 10 - Distribuição dos processos minerários por UF 32

Figura 11 - Mapa de situação dos processos minerários ativos quanto à etapa do processo 35

Figura 12 - Mapa de situação dos processos minerários ativos em fase de autorização de pesquisa 36

Figura 13 - Mapa de situação dos processos minerários ativos em fase de requerimento de pesquisa 37

Figura 14 - Mapa de situação dos processos minerários ativos quanto à etapa do processo no estado de Goiás 38

Figura 15 - Mapa de situação dos processos minerários ativos em fase de autorização de pesquisa no estado de Goiás 39

Figura 16 - Mapa de situação dos processos minerários ativos em fase de requerimento de pesquisa no estado de Goiás 40

Figura 17 - Mapa de situação dos processos minerários ativos em fase de requerimento de licenciamento no estado de Goiás 41
Figura 18 - Mapa de situação dos processos minerários ativos em fase de requerimento de lavra garimpeira no estado de Goiás 42
Figura 19 - Mapa de situação dos processos minerários ativos em fase de lavra garimpeira no estado de Goiás 43
Figura 20 - Mapa de situação dos processos minerários ativos em fase de requerimento de lavra no estado de Goiás 44
Figura 21 - Mapa de situação dos processos minerários ativos em fase de reconhecimento geológico no estado de Goiás 45
Figura 22 - Mapa de situação dos processos minerários ativos em fase de licenciamento no estado de Goiás 46
Figura 23 - Mapa de situação dos processos minerários ativos em fase de disponibilidade no estado de Goiás 47
Figura 24 - Mapa de situação dos processos minerários ativos aptos para disponibilidade no estado de Goiás 48
Figura 25 - Mapa de situação dos processos minerários ativos em fase de direito de requerer a lavra no estado de Goiás 49
Figura 26 - Mapa de situação dos processos minerários ativos em fase de concessão de lavra no estado de Goiás 50
Figura 27 - Evolução anual da quantidade de processos minerários ativos na base de dados Sigmine/ANM 51
Figura 28 - Evolução anual da quantidade de processos minerários ativos na base de dados Sigmine/ANM para o estado de Goiás 52
Figura 29 - Evolução anual dos processos minerários ativos por UF 53
Figura 30 - Quantidade de processos ativos na base de dados Sigmine/ANM por substância mineral 64
Figura 31 - Processos ativos na base de dados Sigmine/ANM para areia 65
Figura 32 - Processos ativos na base de dados Sigmine/ANM para ouro 66
Figura 33 - Processos ativos na base de dados Sigmine/ANM para granito 67
Figura 34 - Processos ativos na base de dados Sigmine/ANM para argila 68
Figura 35 - Processos ativos na base de dados Sigmine/ANM para ferro 69
Figura 36 - Quantidade de processos ativos na base de dados Sigmine/ANM por substância mineral no estado de Goiás 70

Figura 37 - Quantidade de processos ativos na base de dados Sigmine/ANM por substância mineral 73
Figura 38 - Substâncias e suas fases nos processos ativos presentes na base Sigmine/ANM..... 77
Figura 39 - Substâncias e suas fases nos processos ativos presentes na base Sigmine/ANM para o estado de Goiás 78
Figura 40 - Substâncias e suas fases nos processos ativos presentes na base Sigmine/ANM por UF 79
Figura 41 - Quantidade de processos ativos na base de dados Sigmine/ANM por uso da substância..... 83
Figura 42 - Distribuição dos processos ativos por uso da substância..... 83
Figura 43 - Quantidade de processos ativos na base de dados Sigmine/ANM por uso da substância no estado de Goiás 84
Figura 44 - Distribuição dos processos ativos por uso da substância no estado de Goiás 84
Figura 45 - Distribuição dos usos das substâncias por UF 85
Figura 46 - Substâncias minerais e seus usos de acordo com os processos ativos na base de dados Sigmine/ANM 89
Figura 47 - Substâncias minerais e seus usos de acordo com os processos ativos na base de dados Sigmine/ANM no estado de Goiás 90
Figura 48 - Distribuição dos usos das substâncias por UF 91
Figura 49 - Principais substâncias metálicas e sua participação na produção brasileira em 2021 94
Figura 50 - Localização das minas (metálicos) com produção ROM acima de 1.000.000 de toneladas em 2021..... 95
Figura 51 - Consumo de alumínio no Brasil (dados de 2021)..... 96
Figura 52 - Ocorrências de processos minerais ativos para alumínio 98
Figura 53 - Ocorrências de processos minerais ativos para bauxita..... 99
Figura 54 - Ocorrências de processos minerais ativos para alumínio no estado de GO 100
Figura 55 - Ocorrências de processos minerais ativos para bauxita no estado de GO 101
Figura 56 - Processos minerais ativos em função de sua fase para alumínio em Goiás 102
Figura 57 - Ocorrências de processos minerais ativos para chumbo..... 105

Figura 58 - Ocorrências de processos minerais ativos para galena 106
Figura 59 - Ocorrências de processos minerais ativos para chumbo no estado de Goiás 107
Figura 60 - Ocorrências de processos minerais ativos para galena no estado de Goiás 108
Figura 61 - Processos minerais ativos em função de sua fase para chumbo e galena em Goiás 109
Figura 62 - Ocorrências de processos minerais ativos para cobalto 111
Figura 63 - Ocorrências de processos minerais ativos para cobalto no estado de Goiás 112
Figura 64 - Processos minerais ativos em função de sua fase para cobalto em Goiás 113
Figura 65 - Ocorrências de processos minerais ativos para cobre 115
Figura 66 - Processos minerais ativos em função de sua fase para cobre em Goiás .. 117
Figura 67 - Ocorrências de processos minerais ativos para cobre no estado de GO .. 118
Figura 68 - Ocorrências de processos minerais ativos para cromita 120
Figura 69 - Ocorrências de processos minerais ativos para cromo 121
Figura 70 - Ocorrências de processos minerais ativos para cromita no estado de Goiás 122
Figura 71 - Ocorrências de processos minerais ativos para cromo no estado de Goiás 123
Figura 72 - Processos minerais ativos em função de sua fase para cromita e cromo em Goiás 124
Figura 73 - Ocorrências de processos minerais ativos para cassiterita 126
Figura 74 - Ocorrências de processos minerais ativos para estanho 127
Figura 75 - Processos minerais ativos em função de sua fase para cassiterita e estanho em Goiás 128
Figura 76 - Ocorrências de processos minerais ativos para cassiterita no estado de Goiás 129
Figura 77 - Ocorrências de processos minerais ativos para cassiterita no estado de Goiás 130
Figura 78 - Principais substâncias minerais geradoras de CFEM no Brasil. Resultados apurados para o primeiro trimestre de 2024 131
Figura 79 - Principais empresas geradoras da CFEM no Brasil. Resultados apurados para o primeiro trimestre de 2024 132

Figura 80 - Ocorrências de processos minerais ativos para ferro 133
Figura 81 - Ocorrências de processos minerais ativos para ferro no estado de Goiás 134
Figura 82 - Ocorrências de processos minerais ativos para hematita no estado de Goiás 135
Figura 83 - Processos minerais ativos em função de sua fase para ferro e hematita em Goiás 136
Figura 84 - Ocorrências de processos minerais ativos para manganês 138
Figura 85 - Ocorrências de processos minerais ativos para manganês no estado de Goiás 139
Figura 86 - Processos minerais ativos em função de sua fase para manganês em Goiás 140
Figura 87 - Ocorrências de processos minerais ativos para nióbio 142
Figura 88 - Ocorrências de processos minerais ativos para columbita 143
Figura 89 - Ocorrências de processos minerais ativos para nióbio no estado de Goiás 144
Figura 90 - Processos minerais ativos em função de sua fase para nióbio em Goiás. 145
Figura 91 - Ocorrências de processos minerais ativos para níquel 148
Figura 92 - Ocorrências de processos minerais ativos para níquel no estado de Goiás 149
Figura 93 - Ocorrências de processos minerais ativos para silicatos de níquel no estado de Goiás 150
Figura 94 - Processos minerais ativos em função de sua fase para níquel ou silicatos de níquel em Goiás 151
Figura 95 - Ocorrências de processos minerais ativos para ouro 153
Figura 96 - Ocorrências de processos minerais ativos para ouro no estado de Goiás 155
Figura 97 - Processos minerais ativos em função de sua fase para ouro em Goiás.... 156
Figura 98 - Ocorrências de processos minerais ativos para titânio 158
Figura 99 - Ocorrências de processos minerais ativos para ilmenita 159
Figura 100 - Ocorrências de processos minerais ativos para rutilo 160
Figura 101 - Ocorrências de processos minerais ativos para titânio no estado de Goiás 161
Figura 102 - Ocorrências de processos minerais ativos para ilmenita no estado de Goiás 162
Figura 103 - Ocorrências de processos minerais ativos para rutilo no estado de Goiás163

Figura 104 - processos minerais ativos em função de sua fase para titânio, ilmenita e rutilo em Goiás 164
Figura 105 - Ocorrências de processos minerais ativos para zinco 165
Figura 106 - Ocorrências de processos minerais ativos para zinco no estado de Goiás 166
Figura 107 - Processos minerais ativos em função de sua fase para zinco em Goiás .. 167
Figura 108 - Ocorrências de processos minerais ativos para areia 169
Figura 109 - Ocorrências de processos minerais ativos para areia no estado de Goiás 171
Figura 110 - Processos minerais ativos em função de sua fase para areia em Goiás ... 172
Figura 111 - Ocorrências de processos minerais ativos para arenito 174
Figura 112 - Ocorrências de processos minerais ativos para arenito no estado de Goiás 175
Figura 113 - Processos minerais ativos em função de sua fase para arenito em Goiás 176
Figura 114 - Ocorrências de processos minerais ativos para argila 178
Figura 115 - Ocorrências de processos minerais ativos para argila no estado de Goiás 179
Figura 116 - Processos minerais ativos em função de sua fase para as argilas em Goiás 180
Figura 117 - Ocorrências de processos minerais ativos para basalto 181
Figura 118 - Ocorrências de processos minerais ativos para basalto no estado de Goiás 182
Figura 119 - Processos minerais ativos em função de sua fase para basalto em Goiás 183
Figura 120 - Ocorrências de processos minerais ativos para cascalho 185
Figura 121 - Ocorrências de processos minerais ativos para cascalho no estado de Goiás 186
Figura 122 - Processos minerais ativos em função de sua fase para cascalho em Goiás 188
Figura 123 - Ocorrências de processos minerais ativos para filito 189
Figura 124 - Ocorrências de processos minerais ativos para filito no estado de Goiás 190
Figura 125 - Processos minerais ativos em função de sua fase para filito em Goiás ... 191
Figura 126 - Ocorrências de processos minerais ativos para xisto 193
Figura 127 - Ocorrências de processos minerais ativos para xisto no estado de Goiás 194
Figura 128 - Processos minerais ativos em função de sua fase para xisto em Goiás ... 195
Figura 129 - Ocorrências de processos minerais ativos para agalmatolito 198

Figura 130 - Ocorrências de processos minerais ativos para agalmatolito no estado de Goiás 199
Figura 131 - Produção mundial de barita em 2012 201
Figura 132 - Ocorrências de processos minerais ativos para barita 202
Figura 133 - Ocorrências de processos minerais ativos para barita no estado de Goiás 203
Figura 134 - Ocorrências de processos minerais ativos para caulim..... 206
Figura 135 - Ocorrências de processos minerais ativos para caulim no estado de Goiás 207
Figura 136 - Processos minerais ativos em função de sua fase para caulim em Goiás 208
Figura 137 - Ocorrências de processos minerais ativos para cianita..... 210
Figura 138 - Ocorrências de processos minerais ativos para cianita no estado de Goiás 211
Figura 139 - Ocorrências de processos minerais ativos para diamante industrial..... 213
Figura 140 - Ocorrências de processos minerais ativos para diamante industrial no estado de Goiás 214
Figura 141 - Ocorrências de processos minerais ativos para feldspato..... 216
Figura 142 - Ocorrências de processos minerais ativos para feldspato no estado de Goiás 217
Figura 143 - Produção mundial de grafita em 2013 219
Figura 144 - Ocorrências de processos minerais ativos para grafita 220
Figura 145 - Ocorrências de processos minerais ativos para grafita no estado de Goiás 221
Figura 146 - Ocorrências de processos minerais ativos para quartzo 223
Figura 147 - Ocorrências de processos minerais ativos para quartzo no estado de Goiás 224
Figura 148 - Processos minerais ativos em função de sua fase para quartzo em Goiás225
Figura 149 - Ocorrências de processos minerais ativos para talco..... 227
Figura 150 - Ocorrências de processos minerais ativos para talco no estado de Goiás 228
Figura 151 - Ocorrências de processos minerais ativos para vermiculita 230
Figura 152 - Ocorrências de processos minerais ativos para vermiculita no estado de Goiás 231
Figura 153 - Processos minerais ativos em função de sua fase para vermiculita em Goiás 232

Figura 154 - Ocorrências de processos minerais ativos para ardósia 237
Figura 155 - Ocorrências de processos minerais ativos para ardósia no estado de Goiás 238
Figura 156 - Ocorrências de processos minerais ativos para mármores 240
Figura 157 - Ocorrências de processos minerais ativos para mármores no estado de Goiás 241
Figura 158 - Processos minerais ativos em função de sua fase para mármores em Goiás 242
Figura 159 - Ocorrências de processos minerais ativos para granitos..... 244
Figura 160 - Ocorrências de processos minerais ativos para granitos no estado de Goiás 245
Figura 161 - Processos minerais ativos em função de sua fase para granitos em Goiás 246
Figura 162 - Ocorrências de processos minerais ativos para quartzito 247
Figura 163 - Ocorrências de processos minerais ativos para quartzito no estado de Goiás 248
Figura 164 - Processos minerais ativos em função de sua fase para quartzito em Goiás 249
Figura 165 - Ocorrências de processos minerais ativos para água-marinha 256
Figura 166 - Ocorrências de processos minerais ativos para água-marinha no estado de Goiás 257
Figura 167 - Ocorrências de processos minerais ativos para ametista 259
Figura 168 - Ocorrências de processos minerais ativos para ametista no estado de Goiás 260
Figura 169 - Ocorrências de processos minerais ativos para diamantes 262
Figura 170 - Ocorrências de processos minerais ativos para diamantes no estado de Goiás 263
Figura 171 - Processos minerais ativos em função de sua fase para diamante em Goiás 264
Figura 172 - Ocorrências de processos minerais ativos para berílio 266
Figura 173 - Ocorrências de processos minerais ativos para berilo 267
Figura 174 - Ocorrências de processos minerais ativos para esmeraldas..... 268
Figura 175 - Ocorrências de processos minerais ativos para berílio no estado de Goiás 269

Figura 176 - Ocorrências de processos minerais ativos para berilo no estado de Goiás 270
Figura 177 - Ocorrências de processos minerais ativos para esmeraldas no estado de Goiás 271
Figura 178 - Processos minerais ativos em função de sua fase para esmeralda em Goiás 272
Figura 179 - Ocorrências de processos minerais ativos para turmalinas 273
Figura 180 - Ocorrências de processos minerais ativos para turmalinas no estado de Goiás 274
Figura 181 - Volume produzido e consumo de água no Brasil de 2010 a 2021 280
Figura 182 - Mercado mundial de água engarrafada em 2021 281
Figura 183 - Ocorrências de processos minerais ativos para água mineral 283
Figura 184 - Ocorrências de processos minerais ativos para água mineral no estado de Goiás 284
Figura 185 - Ocorrências de processos minerais ativos para água potável de mesa no estado de Goiás 285
Figura 186 - Ocorrências de processos minerais ativos para água termomineral no estado de Goiás 286
Figura 187 - Processos minerais ativos em função de sua fase para água mineral em Goiá 287
Figura 188 - Ocorrências de processos minerais ativos para águas termais 288
Figura 189 - Ocorrências de processos minerais ativos para águas termais no estado de Goiás 289
Figura 190 - Processos minerais ativos em função de sua fase para águas termais em Goiás 290
Figura 191 - Principais locais de origem dos fertilizantes fosfatados importados pelo Brasil em 2018 294
Figura 192 - Ocorrências de processos minerais ativos para fosfato 296
Figura 193 - Ocorrências de processos minerais ativos para fosfato no estado de Goiás 297
Figura 194 - Processos minerais ativos em função de sua fase para fosfato em Goiás 298
Figura 195 - Ocorrências de processos minerais ativos para rocha potássica 299
Figura 196 - Ocorrências de processos minerais ativos para sais de potássio 300

Figura 197 - Ocorrências de processos minerais ativos para rocha potássica no estado de Goiás 301
Figura 198 - Ocorrências de processos minerais ativos para sais de potássio no estado de Goiás 302
Figura 199 - Líderes mundiais no mercado de fertilizantes 303
Figura 200 - Principais locais de origem dos fertilizantes nitrogenados importados pelo Brasil em 2018 304
Figura 201 - Ocorrências de processos minerais ativos para nitrato de potássio 305
Figura 202 - Ocorrências de processos minerais ativos para nitrato de potássio no estado de Goiás 306
Figura 203 - Ocorrências de processos minerais ativos para calcário 309
Figura 204 - Ocorrências de processos minerais ativos para calcário dolomítico 310
Figura 205 - Ocorrências de processos minerais ativos para calcário calcítico 311
Figura 206 - Ocorrências de processos minerais ativos para calcário no estado de Goiás 312
Figura 207 - Processos minerais ativos em função de seu uso para calcário em Goiás. 313
Figura 208 - Processos minerais ativos em função de sua fase para calcário em Goiás 313
Figura 209 - Ocorrências de processos minerais ativos para calcário calcítico no estado de Goiás 314
Figura 210 - Processos minerais ativos em função de sua fase para calcário calcítico em Goiás 315
Figura 211 - Ocorrências de processos minerais ativos para calcário dolomítico no estado de Goiás 316
Figura 212 - Processos minerais ativos em função de sua fase para calcário dolomítico em Goiás 317
Figura 213 - Ocorrências de processos minerais ativos para amianto no estado de Goiás 319
Figura 214 - Ocorrências de processos minerais ativos para antofilita no estado de Goiás 320
Figura 215 - Ocorrências de processos minerais ativos para bismuto no estado de Goiás 321

Figura 216 - Ocorrências de processos minerais ativos para calcedônia no estado de Goiás 322
Figura 217 - Ocorrências de processos minerais ativos para conglomerado no estado de Goiás 323
Figura 218 - Ocorrências de processos minerais ativos para diorito no estado de Goiás 324
Figura 219 - Ocorrências de processos minerais ativos para dolomito no estado de Goiás 325
Figura 220 - Ocorrências de processos minerais ativos para dunito no estado de Goiás 326
Figura 221 - Ocorrências de processos minerais ativos para espodumênio no estado de Goiás 327
Figura 222 - Ocorrências de processos minerais ativos para esteatito no estado de Goiás 328
Figura 223 - Ocorrências de processos minerais ativos para gabro no estado de Goiás 329
Figura 224 - Ocorrências de processos minerais ativos para gibbsita no estado de Goiás 330
Figura 225 - Ocorrências de processos minerais ativos para gnaisse no estado de Goiás 332
Figura 226 - Ocorrências de processos minerais ativos para granodiorito no estado de Goiás 333
Figura 227 - Ocorrências de processos minerais ativos para granulito no estado de Goiás 334
Figura 228 - Ocorrências de processos minerais ativos para hidrargilita no estado de Goiá..... 335
Figura 229 - Ocorrências de processos minerais ativos para laterita no estado de Goiás 336
Figura 230 - Ocorrências de processos minerais ativos para limonita no estado de Goiás 337
Figura 231 - Ocorrências de processos minerais ativos para lítio no estado de Goiás. 338
Figura 232 - Ocorrências de processos minerais ativos para micaxisto no estado de Goiás 339

Figura 233 - Ocorrências de processos minerais ativos para monzonito no estado de Goiás 340
Figura 234 - Ocorrências de processos minerais ativos para paládio no estado de Goiás 341
Figura 235 - Ocorrências de processos minerais ativos para saibro no estado de Goiás 342
Figura 236 - Ocorrências de processos minerais ativos para serpentinito no estado de Goiás 343
Figura 237 - Ocorrências de processos minerais ativos para sienito no estado de Goiás 344
Figura 238 - Ocorrências de processos minerais ativos para siltito no estado de Goiás 345
Figura 239 - Ocorrências de processos minerais ativos para tantalita no estado de Goiás 346
Figura 240 - Ocorrências de processos minerais ativos para tântalo no estado de Goiás 347
Figura 241 - Ocorrências de processos minerais ativos para as terras raras no estado de Goiás 348
Figura 242 - Ocorrências de processos minerais ativos para turfa no estado de Goiás 349

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Substâncias minerais cadastradas na base de dados Sigmine/ANM com processos ativos 56

Tabela 2 - Substâncias minerais cadastradas na base de dados Sigmine/ANM com processos ativos no estado de Goiás 71

Tabela 3 - Usos das substâncias minerais segundo processos ativos no Sigmine/ANM 82

Tabela 4 - Composição granulométrica do agregado graúdo (brita) 184

Tabela 5 - Distribuição das reservas de barita no Brasil em 2006 200

Tabela 6 - Gemas brasileiras 252

Tabela 7- Sumário descritivo do amianto para o estado de Goiás..... 319

Tabela 8 - Sumário descritivo da antofilita para o estado de Goiás 320

Tabela 9 - Sumário descritivo do bismuto para o estado de Goiás..... 321

Tabela 10 - Sumário descritivo da calcedônia para o estado de Goiás..... 322

Tabela 11 - Sumário descritivo do conglomerado para o estado de Goiás..... 323

Tabela 12 - Sumário descritivo do diorito para o estado de Goiás..... 324

Tabela 13 - Sumário descritivo do dolomito para o estado de Goiás 325

Tabela 14 - Sumário descritivo do dunito para o estado de Goiás 326

Tabela 15 - Sumário descritivo do espodumênio para o estado de Goiás 327

Tabela 16 - Sumário descritivo do esteatito para o estado de Goiás 328

Tabela 17 - Sumário descritivo do gabro para o estado de Goiás 329

Tabela 18 - Sumário descritivo da gibbsita para o estado de Goiás 330

Tabela 19 - Sumário descritivo do gnaisse para o estado de Goiás..... 331

Tabela 20 - Sumário descritivo do granodiorito para o estado de Goiás..... 333

Tabela 21 - Sumário descritivo do granulito para o estado de Goiás 334

Tabela 22 - Sumário descritivo da hidrargilita para o estado de Goiás 335

Tabela 23 - Sumário descritivo da laterita para o estado de Goiás..... 336

Tabela 24 - Sumário descritivo da limonita para o estado de Goiás 337

Tabela 25 - Sumário descritivo do lítio para o estado de Goiás 338

Tabela 26 - Sumário descritivo do micaxisto para o estado de Goiás 339

Tabela 27 - Sumário descritivo do monzonito para o estado de Goiás 340

Tabela 28 - Sumário descritivo do paládio para o estado de Goiás..... 341

Tabela 29 - Sumário descritivo do saibro para o estado de Goiás..... 342

Tabela 30 - Sumário descritivo do serpentinito para o estado de Goiás 343
Tabela 31 - Sumário descritivo do sienito para o estado de Goiás..... 344
Tabela 32 - Sumário descritivo do siltito para o estado de Goiás 345
Tabela 33 - Sumário descritivo da tantalita para o estado de Goiás..... 346
Tabela 34 - Sumário descritivo do tântalo para o estado de Goiás..... 347
Tabela 35 - Sumário descritivo das terras raras para o estado de Goiás 348
Tabela 36 - Sumário descritivo da turfa para o estado de Goiás 349

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO 20
1 INTRODUÇÃO 21
2 PROCESSOS MINERAIS DE ACORDO COM SUA FASE 24
3 PROCESSOS MINERÁRIOS DE ACORDO COM O ANO DA SUA ABERTURA 51
4 PROCESSOS MINERÁRIOS POR SUBSTÂNCIA MINERAL 56
5 PROCESSOS MINERÁRIOS POR USO DA SUBSTÂNCIA MINERAL 82
6 SUBSTÂNCIAS MINERAIS METÁLICAS 94
6.1 Alumínio (Al) **95**
6.2 Chumbo (Pb) **102**
6.3 Cobalto (Co) **109**
6.4 Cobre (Cu) **113**
6.5 Cromo (Cr) **119**
6.6 Estanho (Sn) **124**
6.7 Ferro (Fe) **130**
6.8 Manganês (Mn) **136**
6.9 Nióbio (Nb) **140**
6.10 Níquel (Ni) **146**
6.11 Ouro (Au) **151**
6.12 Titânio (Ti) **156**
6.13 Zinco (Zn) **164**
7 SUBSTÂNCIAS MINERAIS NÃO METÁLICAS 168
7.1 Materiais para a construção civil **168**
7.1.1 Areia 168
7.1.2 Arenito 172
7.1.3 Argilas 176
7.1.4 Basalto 180
7.1.5 Brita e cascalho 183
7.1.6 Filito 188
7.1.7 Xisto 191
7.2 Minerais industriais **195**
7.2.1 Agalmatolito 196

7.2.2 Barita 199
7.2.3 Caulim 203
7.2.4 Cianita 208
7.2.5 Diamante industrial 211
7.3.6 Feldspato 214
7.2.7 Grafita 217
7.2.8 Quartzo 221
7.2.9 Talco 225
7.2.10 Vermiculita 228
7.3 Rochas ornamentais **232**
7.3.1 Ardósia 236
7.3.2 Mármore 238
7.3.3 Granito 242
7.3.4 Quartzito 246
8 GEMAS (PEDRAS PRECIOSAS E SEMIPRECIOSAS) 250
8.1 Água-marinha **254**
8.2 Ametista **257**
8.3 Diamante **260**
8.4 Esmeralda **264**
8.5 Turmalinas **272**
9 ÁGUA 275
9.1 Água mineral **277**
9.2 Águas termais **287**
10 SUBSTÂNCIAS MINERAIS RELEVANTES PARA O AGRONEGÓCIO 291
10.1 Substância minerais usadas em fertilizantes químicos **291**
10.1.1 Fósforo 292
10.1.2 Potássio 298
10.1.3 Nitrogênio 302
10.2 Corretivo de solo **306**
11 OUTROS RECURSOS MINERAIS RELEVANTES 318
11.1 Amianto **319**
11.2 Antofilita **320**
11.3 Bismuto **321**

11.4 Calcedônia **322**
11.5 Conglomerado **323**
11.6 Diorito **324**
11.7 Dolomito **325**
11.8 Dunito **326**
11.9 Espodumênio **327**
11.10 Esteatito **328**
11.11 Gabro **329**
11.12 Gibbsita **330**
11.13 Gnaisse **331**
11.14 Granodiorito **333**
11.15 Granulito **334**
11.16 Hidrargilita **335**
11.17 Laterita **336**
11.18 Limonita **337**
11.19 Lítio **338**
11.20 Micaxisto **339**
11.21 Monzonito **340**
11.22 Paládio **341**
11.23 Saibro **342**
11.24 Serpentinito **343**
11.25 Sienito **344**
11.26 Siltito **345**
11.27 Tantalita **346**
11.28 Tântalo **347**
11.29 Terras Raras **348**
11.30 Turfa **349**
12 CONCLUSÕES 350
REFERÊNCIAS 353
ANEXO A - Substâncias de acordo com seu uso no Brasil 366
ANEXO B - Substâncias de acordo com seu uso no estado de Goiás 393
ANEXO C - Evolução da CFEM para os municípios goianos (2008 a 2024). Valores em (mil R$) 404

APRESENTAÇÃO

Este relatório faz parte do Produto E do Contrato 002/2022 – SIC, assinado em 13.06.2022, que tem como objeto a elaboração e a execução do projeto de pesquisa denominado “Mapeamento de Oportunidades de Crescimento do Setor Mineral em Goiás 2022-2042”. O texto a seguir apresentará um relatório analítico das substâncias minerais exploradas em Goiás.

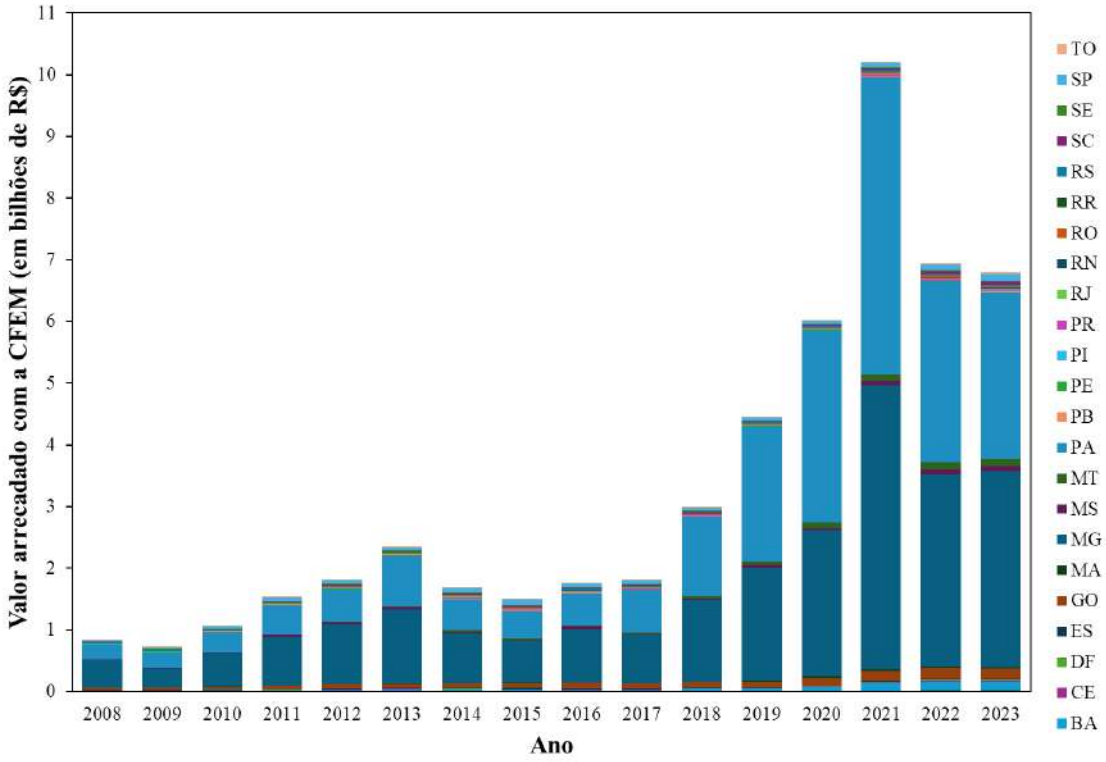
1 INTRODUÇÃO

A mineração ocupa uma posição vital na economia do Brasil, registrando um faturamento aproximado de R$ 340 bilhões e representando cerca de 4% do PIB. Conforme as informações do Ministério de Minas e Energia (MME), o setor é responsável por mais de 2 milhões de empregos, tanto diretos quanto indiretos, e compõe aproximadamente 30% das exportações nacionais, totalizando US$ 80 bilhões. Adicionalmente, o saldo da balança comercial mineral ultrapassa os US$ 40 bilhões. Essas estatísticas sublinham o peso econômico da mineração e sua relevância crucial para a economia brasileira (Fleury, 2023).

De acordo com os dados disponibilizados pela Agência Nacional de Mineração, na plataforma Sigmine, os processos minerais ativos em Goiás, no ano de 2024, são de titularidade de 4.483 pessoas físicas e/ou jurídicas. Segundo dados do Observatório da CFEM, mantido pela ANM, tais empresas produziram em CFEM (Compensação Financeira da Exploração de Recursos Naturais) o montante de R$ 1.504.870.525,45 no período de 2008 a 2023. As Figuras 1 apresentam a variação da Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM) arrecadada por UF e pelos municípios goianos entre 2008 e 2023. Nota-se o pico de arrecadação em 2021, que chegou à impressionante marca de R$ 10,21 bilhões. De forma geral é possível notar que a CFEM arrecadada pelos municípios goianos vem crescendo no período considerado.

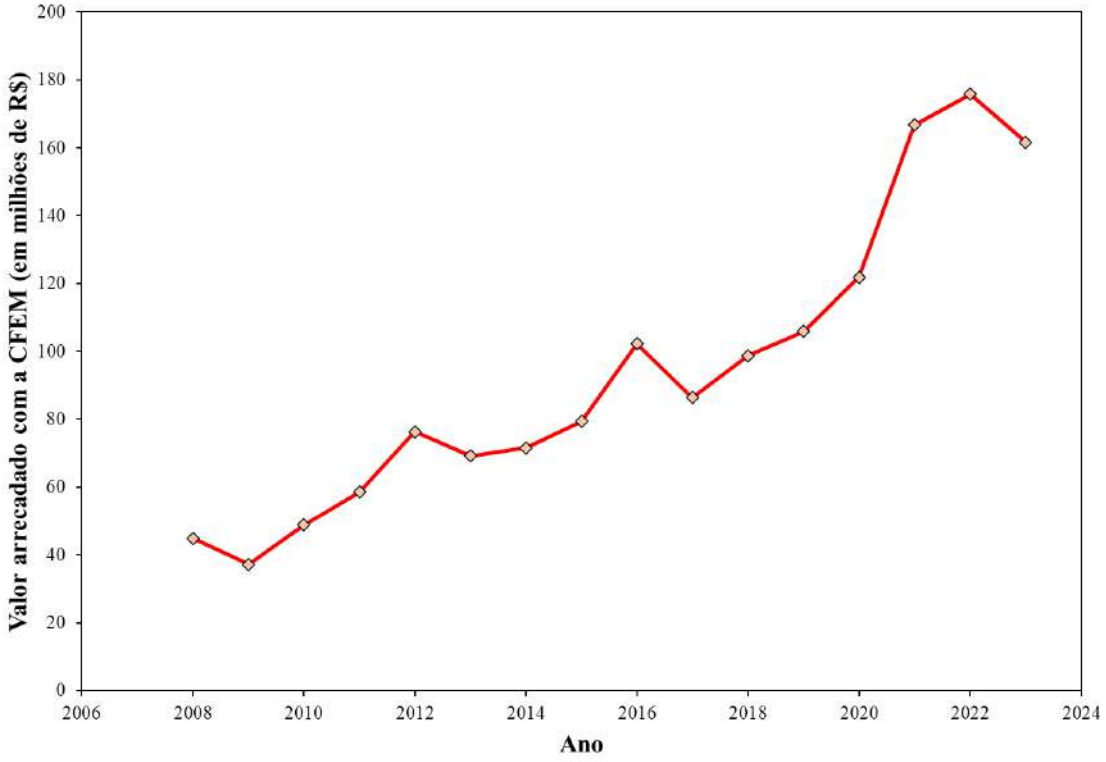
A importância da mineração para o estado de Goiás fica evidente quando se considera que 24,60% de toda a área do estado está requerida junto à ANM, segundo dados extraídos da plataforma Sigmine em abril de 2024. Ainda segundo os dados disponibilizados pelo Observatório da CFEM, dos 246 munícipios goianos, apenas 35 (14,23%) não arrecadaram CFEM no período de 2008 a 2023. Dessa forma, percebe-se que a maioria dos munícipios goianos tem algum tipo de contato com a atividade de mineração. A Figura 3 apresenta o total arrecadado com a CFEM entre 2008 e 2023 pelos principais municípios goianos com atividade de mineração. Esses vinte municípios combinados foram responsáveis por arrecadar 92,47% de toda a CFEM do estado, equivalente a R$ 1,39 bilhão.

Figura 1 - Variação da Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM) por UF entre 2008 e 2023



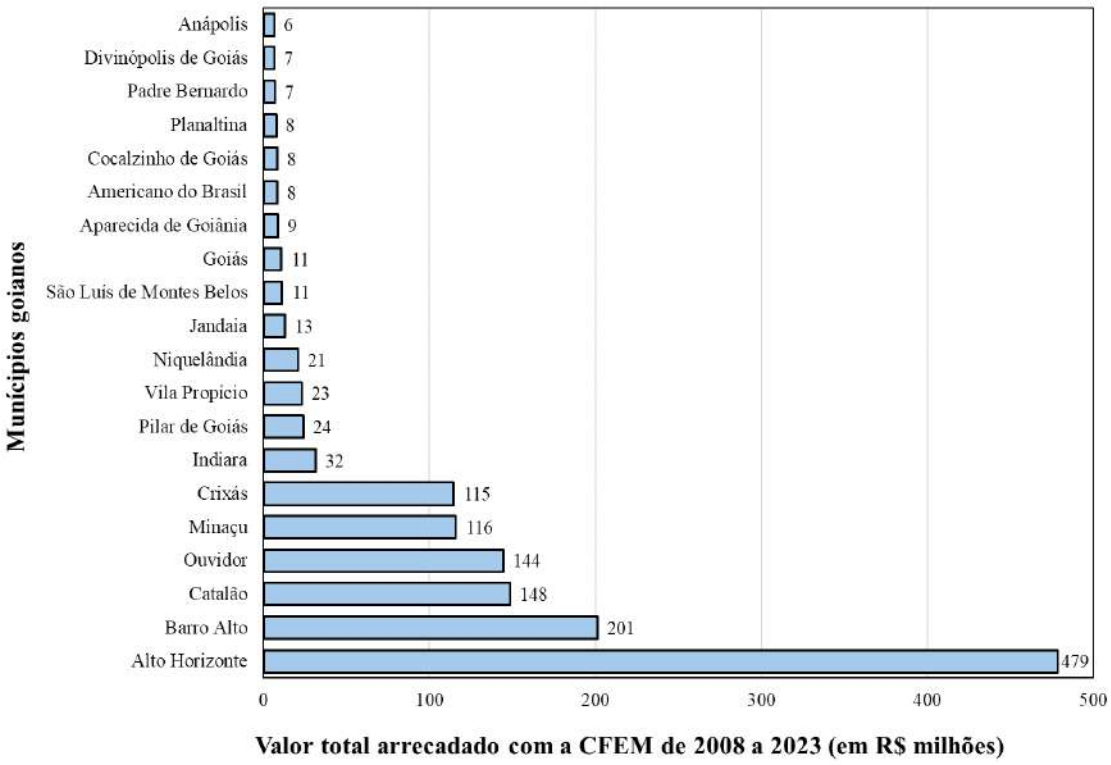
Fonte: Autoria própria.

Figura 2 - Variação da Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM) arrecadada em Goiás entre 2008 e 2023



Fonte: Autoria própria.

Figura 3 - Total arrecadado com a CFEM entre 2008 e 2023 pelos principais municípios goianos com atividade de mineração



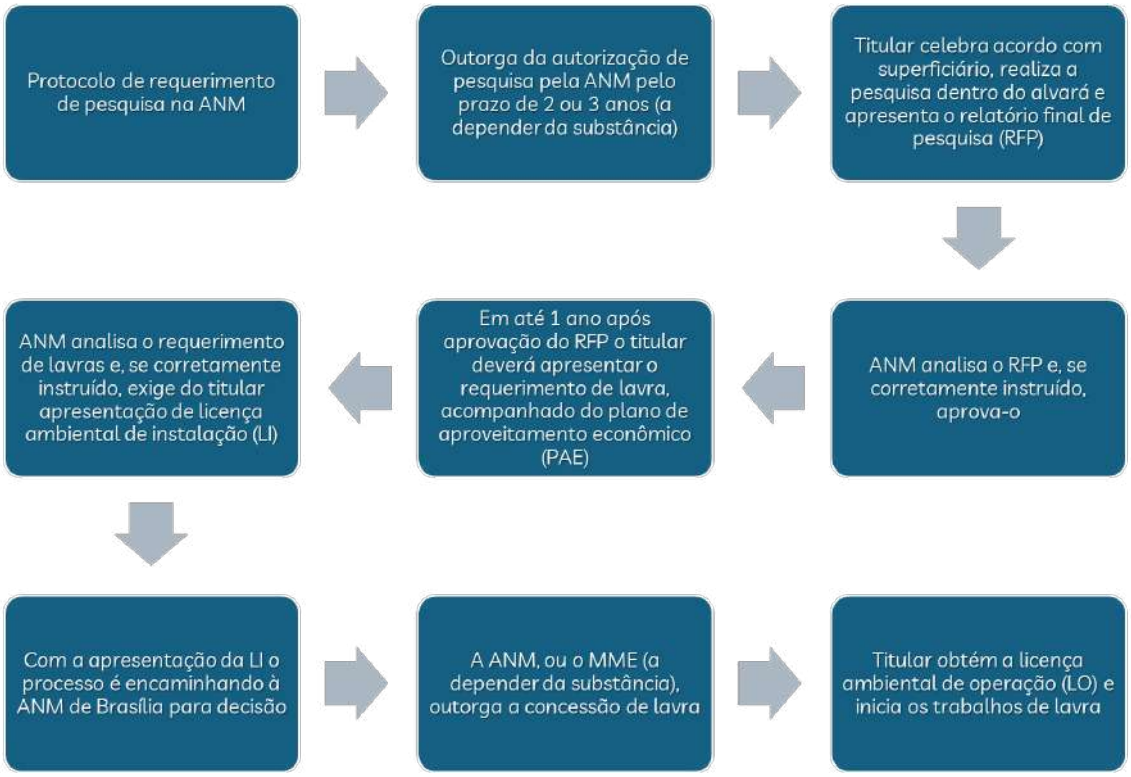
Fonte: Autoria própria.

Diante desses dados, este relatório tem por finalidade apresentar uma análise das substâncias minerais exploradas no estado de Goiás. Para tanto, foram usados os dados georreferenciados e de domínio público da plataforma Sigmine da ANM. As substâncias minerais presentes na base de dados Sigmine/ANM foram classificadas em: substâncias metálicas, substâncias não metálicas, gemas, água e substâncias minerais relevantes para o agronegócio (incluindo agrominerais silicáticos e fertilizantes). Todos os gráficos e mapas apresentados se referem aos dados disponíveis na plataforma no dia 14/04/2024. Para além disso, tal plataforma disponibiliza dados apenas da substância mineral principal relacionada no processo mineral. Demais substâncias aditadas posteriormente ao processo não foram incluídas por falta de acesso direto aos dados.

2 PROCESSOS MINERAIS DE ACORDO COM SUA FASE

O art. 176 da Constituição Federal Brasileira aponta que “as jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra os bens minerais que são de propriedade da União, sendo garantido ao concessionário o seu aproveitamento”. Dessa forma, para o aproveitamento de recursos minerais no Brasil, é necessária a outorga da autorização ou da concessão da União, de acordo com a legislação especial. Esta estabelece os regimes de aproveitamento dos recursos minerais a depender, essencialmente, da substância envolvida, do seu uso e do sujeito de direito que requer o aproveitamento (Costa, 2020). A Figura 4 apresenta um fluxograma simplificado, indicando as etapas necessárias para se chegar ao início das operações de uma mina.

Figura 4 - Fluxograma para obtenção da outorga da concessão de lavra, licenças e posterior início da operação de uma mina



Fonte: Adaptado de Costa (2020).

As seguintes etapas de processos minerais foram encontradas na base de dados da Sigmine/ANM do dia 14/04/2024. Contudo salienta-se existiam processos na base de dados Sigmine/ANM que não possuíam informação da etapa cadastrada.

a) **Apto para disponibilidade**: Segundo a Instrução Normativa ANM nº 2, de 28 de setembro de 2021 (Agência Nacional de Mineração, 2021a), é a fase do processo inaugurada quando a área foi desonerada por ato da ANM ou por extinção do título e ficará disponível para fins de pesquisa ou lavra garimpeira, conforme edital;

b) **Autorização de pesquisa:** É um regime de aproveitamento mineral em que são executados os trabalhos voltados à definição da jazida, sua avaliação e a determinação da exequibilidade de seu aproveitamento econômico. De acordo com o artigo 14 do Código de Mineração, a pesquisa mineral compreende, entre outros, os seguintes trabalhos de campo e de laboratório: levantamentos geológicos pormenorizados da área a pesquisar, em escala conveniente, estudos dos afloramentos e de suas correlações, levantamentos geofísicos e geoquímicos; abertura de escavações visitáveis e execução de sondagens no corpo mineral; amostragens sistemáticas; análises físicas e químicas das amostras e dos testemunhos de sondagens; e ensaios de beneficiamento dos minérios ou das substâncias minerais úteis, para obtenção de concentrados de acordo com as especificações do mercado ou com o aproveitamento industrial. A pesquisa mineral é, em geral, localizada e temporária. Há prazo para que ela seja iniciada e finalizada e não ocupa o imóvel/terreno (Agência Nacional de Mineração, 2024a);

c) **Concessão de lavra:** A Concessão ou Portaria de Lavra é um título mineral obtido após aprovação do Relatório Final de Pesquisa e a execução do Requerimento de Lavra Mineral. Conforme o Código de Mineração (Decreto Lei n° 227, de 28/02/1967), entende-se por "lavra" o conjunto de operações coordenadas que objetivam o aproveitamento industrial da jazida, desde a extração de substâncias minerais úteis que contiver até o beneficiamento delas (Ígnea, 2024);

d) **Direito de requerer a lavra:** Refere-se aos processos que estão aguardando a protocolização do requerimento de lavra e de seus documentos acessórios;

e) **Disponibilidade:** Segundo o site Jazida (2024), as áreas em disponibilidade são aquelas que foram previamente concedidas a terceiros para atividades de

pesquisa e exploração mineral, mas que voltaram para a União por algum motivo e estão sendo ofertadas em um Edital de Disponibilidade de Áreas. É o mesmo que dizer que uma área está em oferta pública ou em leilão;

f) **Lavra garimpeira:** A lavra garimpeira é um regime de extração de substâncias minerais com aproveitamento imediato do mineral. Por sua natureza, sobretudo por seu pequeno volume e pela distribuição irregular, a lavra garimpeira não justifica, muitas vezes, investimento em trabalhos de pesquisa. São considerados como minerais garimpáveis: ouro, diamante, cassiterita, columbita, tantalita, wolframita, nas formas aluvionar, eluvional e coluvial, scheelita, demais gemas, rutilo, quartzo, berilo, moscovita, espodumênio, lepidolita, feldspato, mica e outros tipos de ocorrência que vierem a ser indicados a critério da ANM. A ANM estabelece, mediante portaria, as áreas de garimpagem, levando em consideração a ocorrência do bem mineral garimpável, o interesse do setor mineral e as razões de ordem social e ambiental. A criação ou ampliação de áreas de garimpagem fica condicionada à prévia licença do órgão ambiental competente e não poderá abranger terras indígenas (Agência Nacional de Mineração, 2024b);

g) **Licenciamento:** O Regime de Licenciamento é um tipo de licença que autoriza a extração de materiais empregados na construção civil, limitado a uma área máxima de 50 ha. Esse regime é significativamente mais rápido e menos burocrático em comparação com os demais que permitem lavra. Embora seja um regime em que não é necessário realizar a pesquisa completa, serão necessárias a licença municipal emitida pela prefeitura, a anuência do proprietário da propriedade rural e a licença ambiental para regularizar o empreendimento mineral (Jazida, 2024). São substâncias autorizadas a serem lavradas no regime de licenciamento:

    1. Areia, cascalho e saibro, quando utilizados *in natura* na construção civil e no preparo de agregado e argamassas;
    2. Material síltico-argiloso, cascalho e saibro empregados como material de empréstimo;
    3. Rochas, quando aparelhadas para paralelepípedos, guias, sarjetas, moirões ou lajes para calçamento;
    4. Rochas, quando britadas para uso imediato na construção civil, e os calcários empregados como corretivos de solo na agricultura.

h) **Reconhecimento geológico:** Segundo a Agência Nacional de Mineração (2021b), o empreendedor que, comprovadamente, dispuser do recurso dos métodos de prospecção aérea poderá pleitear permissão para realizar reconhecimento geológico, visando obter informações preliminares regionais necessárias à formulação de requerimento de autorização de pesquisa. Esse serviço atende ao Art. 91 do Decreto-Lei 227 de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração);

i) **Registro de extração:** É uma declaração fornecida pela ANM exclusivamente aos órgãos da administração direta ou autárquica da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios, que permite a extração de substâncias de uso imediato na construção civil. Sua utilização é somente em obras públicas, sendo proibida sua venda, lavra por terceiros ou transferência para empresas privadas (Agência Nacional de Mineração, 2024c). O aproveitamento mineral por registro de extração é limitado à área máxima de cinco hectares. O prazo é determinado a juízo da ANM, considerando as necessidades da obra a ser executada e a extensão da área objetivada no requerimento. O prazo pode ser de até 05 anos e é permitida uma única prorrogação. Consideram-se substâncias minerais de emprego imediato na construção civil:

   1. Areia, cascalho e saibro quando utilizados *in natura* na construção civil e no preparo de agregados e argamassas;
   2. Material síltico-argiloso, cascalho e saibro empregados como material de empréstimo;
   3. Rochas, quando aparelhadas para paralelepípedos, guias, sarjetas, moirões ou lajes para calçamento; e,
   4. Rochas, quando britadas para uso imediato na construção civil.

j) **Requerimento de lavra:** É realizado após a aprovação do relatório final de pesquisa de uma área e marca o fim da etapa de autorização da pesquisa mineral. Após a aprovação pelo Ministério de Minas e Energia (MME), o empreendedor já pode lavrar, beneficiar e comercializar o minério daquela área (Geoscan, 2020). De acordo com o Artigo 39 do Código de Mineração, são documentos de apresentação obrigatória junto ao requerimento de lavra: Plano de Aproveitamento Econômico (PAE), o Plano de Resgate e Salvamento, o Plano de Controle dos Impactos Ambientais na Mineração e o Plano de Fechamento de Mina;

k) **Requerimento de lavra garimpeira:** É um dos tipos de requerimento mineral referentes ao regime de extração de substâncias minerais com aproveitamento imediato do minério, que, por sua natureza, tem pouco volume e se distribui de maneira irregular. Por isso, não se justifica o investimento em pesquisa mineral, tornando-se assim a lavra garimpeira o regime indicado. Trata-se de regime restrito a cinquenta hectares para pessoa física ou empresa individual e a até dez mil hectares na Amazônia Legal. Nas demais regiões, até mil hectares para cooperativas de garimpeiros (Geoscan, 2020);

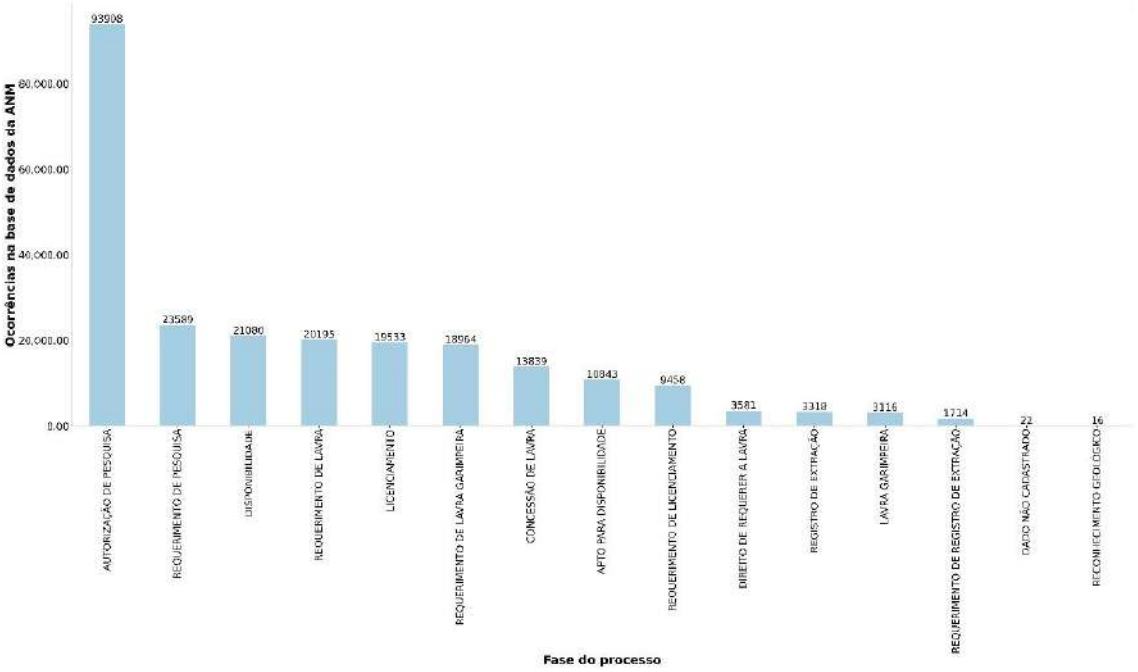
l) **Requerimento de licenciamento:** Etapa em que o processo está aguardando protocolo do requerimento de licenciamento ou na qual o processo está em julgamento — vide item (g) Licenciamento;

m) **Requerimento de pesquisa:** Etapa em que o processo está aguardando protocolo do requerimento de pesquisa, ou na qual o processo está em julgamento — vide item (b) Autorização de pesquisa;

n) **Requerimento de registro de extração:** Etapa em que o processo está aguardando protocolo do requerimento de registro de extração ou na qual o processo está em julgamento — vide item (i) Registro de extração.

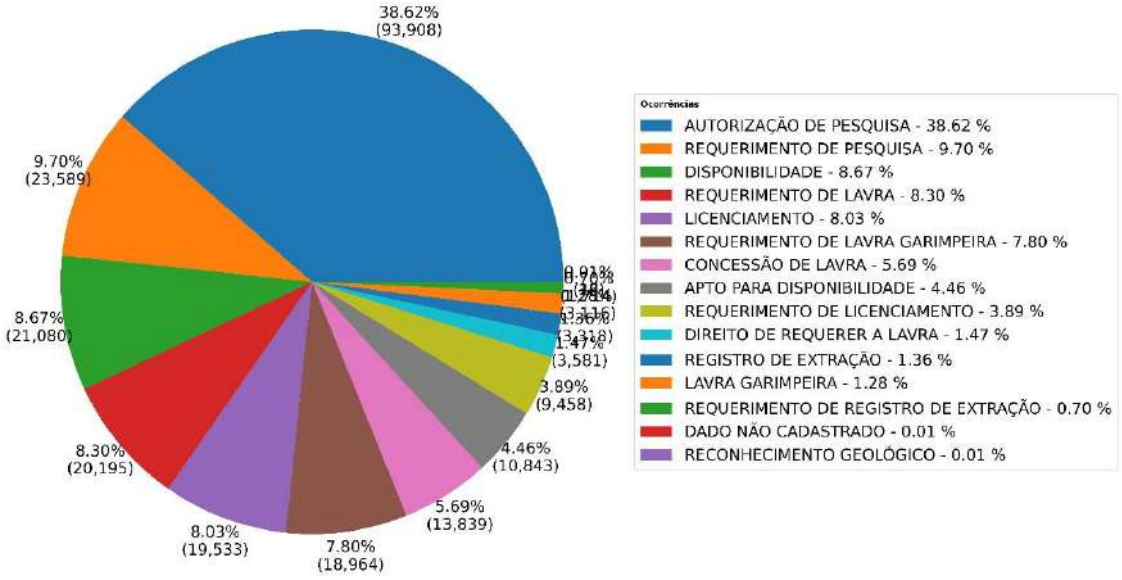
A Figura 5 apresenta a quantidade de processos minerários ativos na base de dados da ANM de acordo com sua fase. No total, foram encontrados 243.176 processos na base de dados. Percebe-se que a maioria dos processos está na fase de autorização de pesquisa com 93.908 ocorrências na base de dados da ANM, o que equivale a 38,62% de todos os processos (vide Figura 6). Na sequência, têm-se as seguintes fases: requerimento de pesquisa (9,70%), disponibilidade (8,67%), requerimento de lavra (8,30%), licenciamento (8,03%), requerimento de lavra garimpeira (7,80%), concessão de lavra (5,69%) e apto para disponibilidade (4,46%). Somadas, equivalem a 52,65% dos processos ativos.

Figura 5 - Ocorrências de processos minerais ativos na base de dados da ANM de acordo com a sua fase



Fonte: Autoria própria.

Figura 6 - Distribuição percentual dos processos minerais ativos na base de dados da ANM de acordo com a sua fase



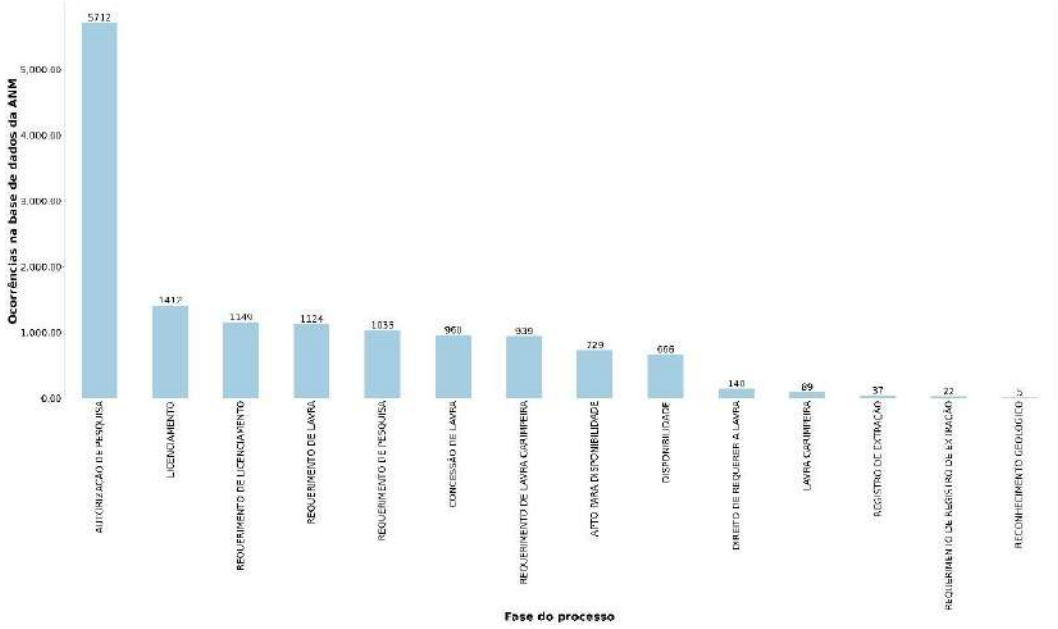
Fonte: Autoria própria.

As Figuras 7 e 8 apresentam os processos minerais ativos cadastrados na base de dados da ANM para o estado de Goiás. Foram encontrados 14.019 processos na base de dados, equivalentes a 5,76% dos processos, o que conferiu a Goiás a quinta posição no *ranking*

nacional, atrás de MG (19,46%), BA (11,21%), PA (10,02%) e SP (6,28%), como pode ser visto na Figura 9. Percebe-se que a maioria dos processos ativos no estado de Goiás é de autorização de pesquisa (5.712), o que equivale a 40,74% de todos os processos. Nota-se que esse número também está em concordância com o observado para o país.

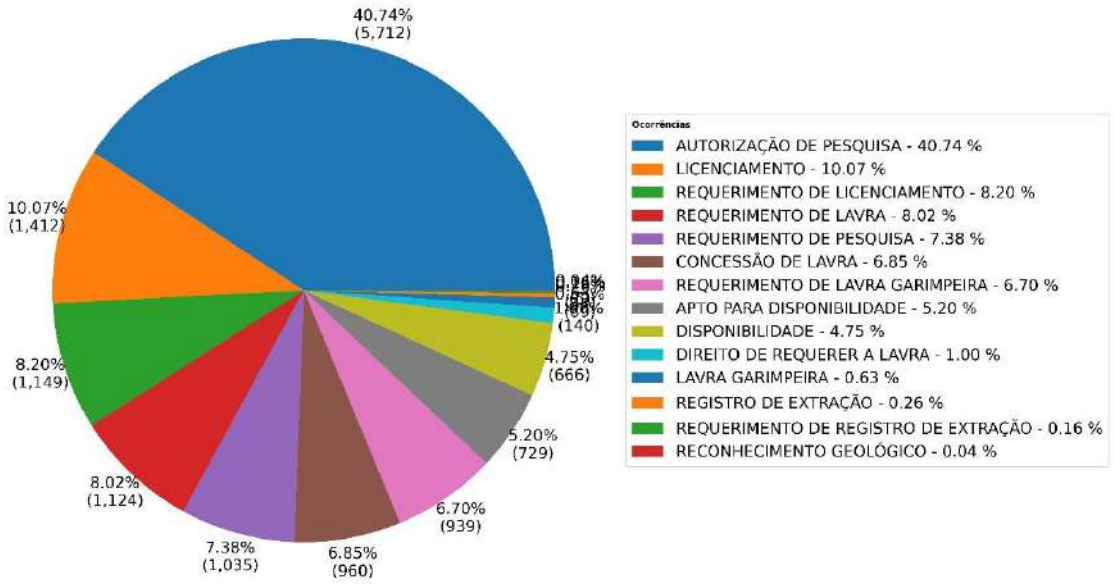
Na sequência, porém, tem-se licenciamento (10,07%), requerimento de licenciamento (8,20%), requerimento de lavra (8,02%), requerimento de pesquisa (7,38%), concessão de lavra (6,85%), requerimento de lavra garimpeira (6,70%) e apto para disponibilidade (5,20%), que somados equivalem a 52,41% dos processos ativos do estado de Goiás. Dessa forma, fica evidente a importância do regime de licenciamento para o estado, com 10,07% dos processos. Esses processos, aliás, podem não ser de grande relevância econômica frente a minerações de bens metálicos, como cobre, ouro e nióbio, mas a quantidade de processos os torna importantes para o estado, principalmente pela sua capilaridade, como será visto à frente. Cabe notar ainda que o estado conta com 1.124 processos de requerimento de lavra (8,02%), o que indica que, em um futuro breve, o estado pode vir a contar com esse número de novas minas em produção. A Figura 10 apresenta o comparativo de todas as demais UFs.

Figura 7 - Ocorrências de processos minerais ativos na base de dados da ANM de acordo com a sua fase para o estado de Goiás



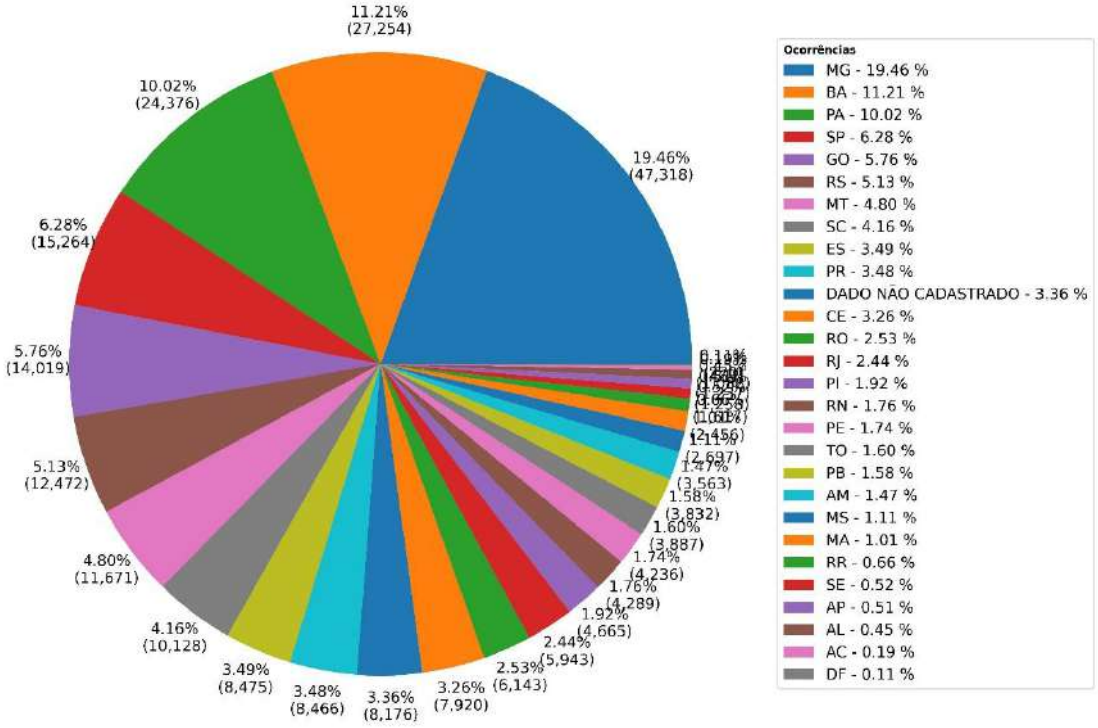
Fonte: Autoria própria.

Figura 8 - Distribuição percentual dos processos minerais ativos na base de dados da ANM de acordo com a sua fase para o estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

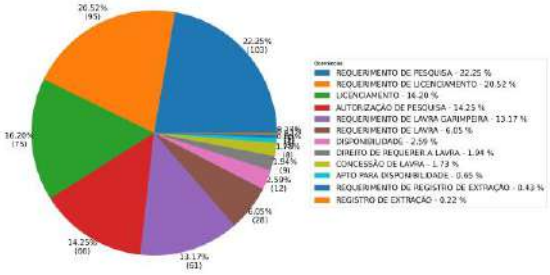
Figura 9 - *Ranking* nacional dos estados por quantidade de processos ativos na ANM



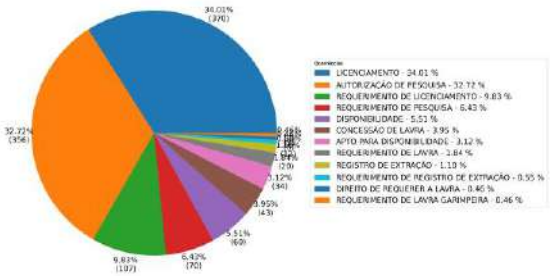
Fonte: Autoria própria.

Figura 10 - Distribuição dos processos minerários por UF

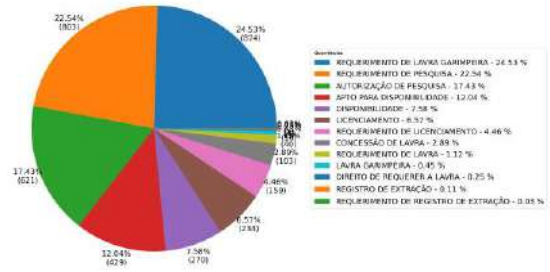
continua



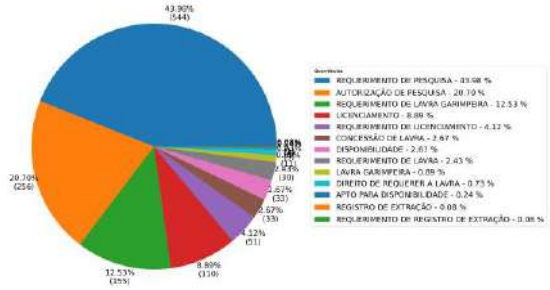
(a)



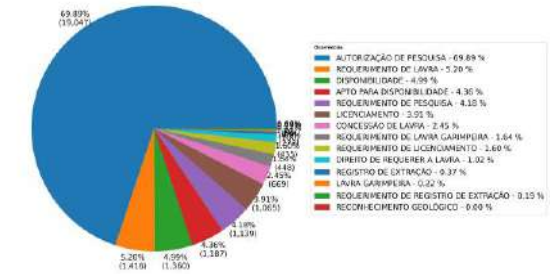
(b)



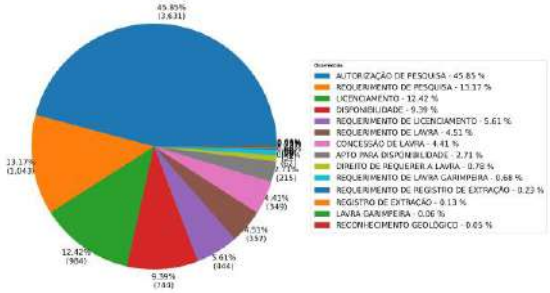
(c)



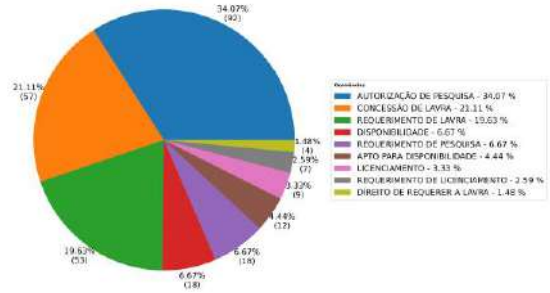
(d)



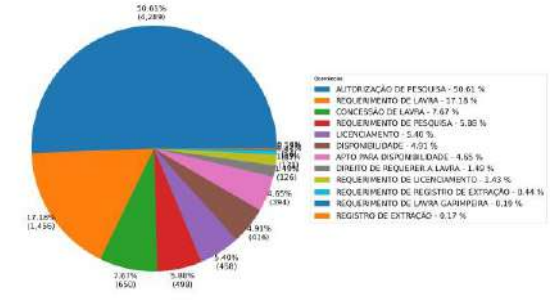
(e)



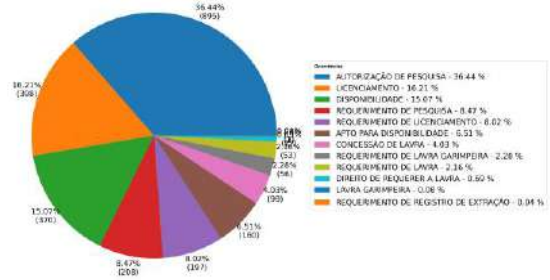
(f)



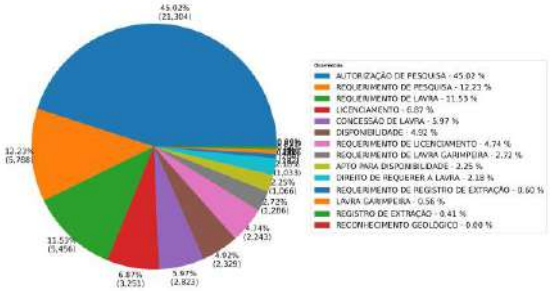
(g)



(h)



(i)

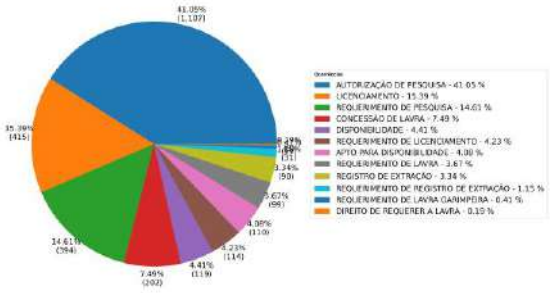


(j)

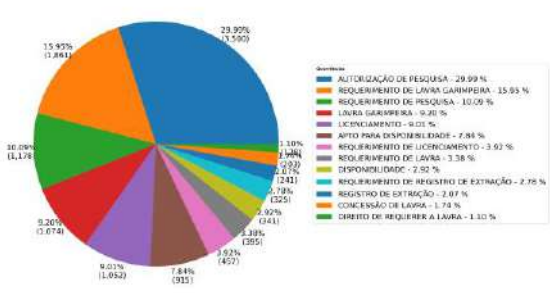
Legenda: (a) AC, (b) AL, (c) AM, (d) AP, (e) BA, (f) CE, (g) DF, (h) ES, (i) MA e (j) MG.

Figura 10 - Distribuição dos processos minerários por UF

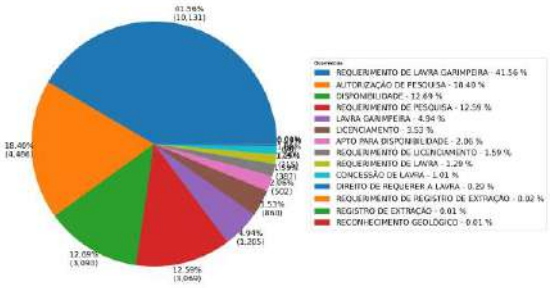
continuação



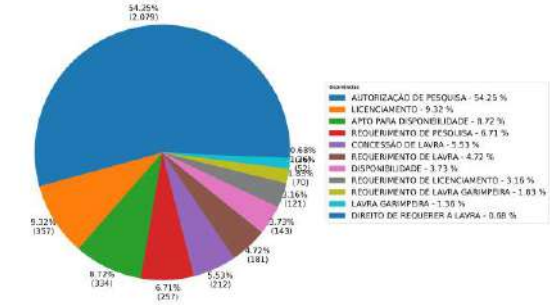
(k)



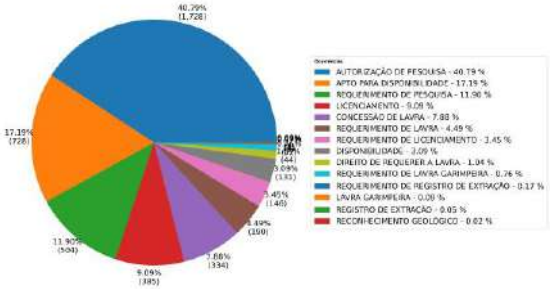
(l)



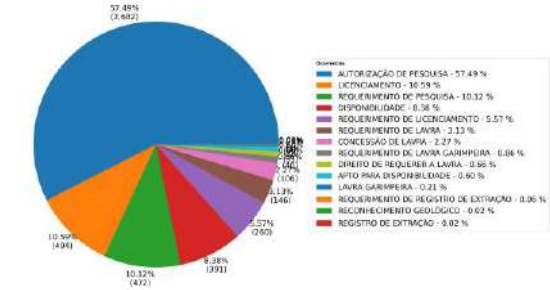
(m)



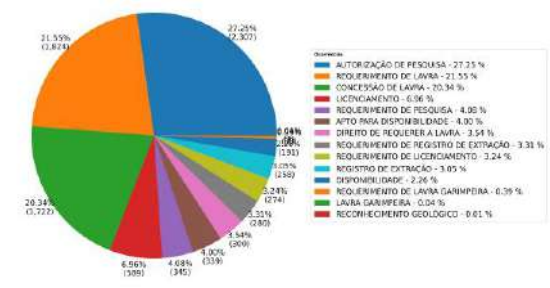
(n)



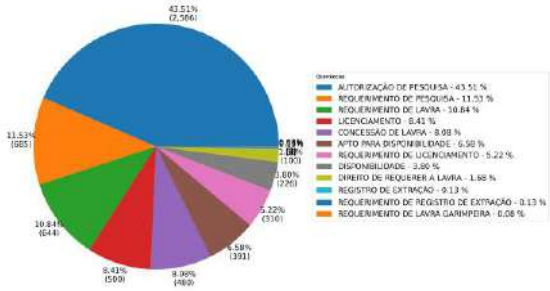
(o)



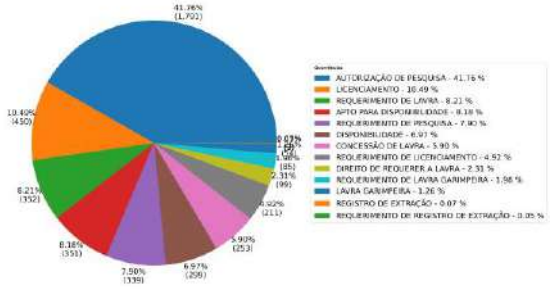
(p)



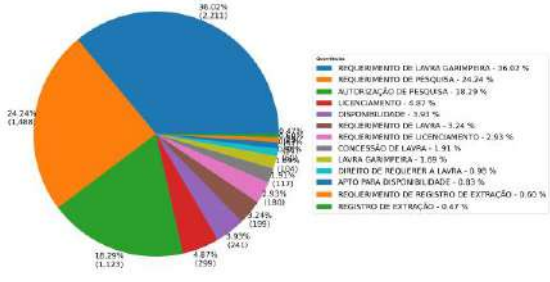
(q)



(r)



(s)

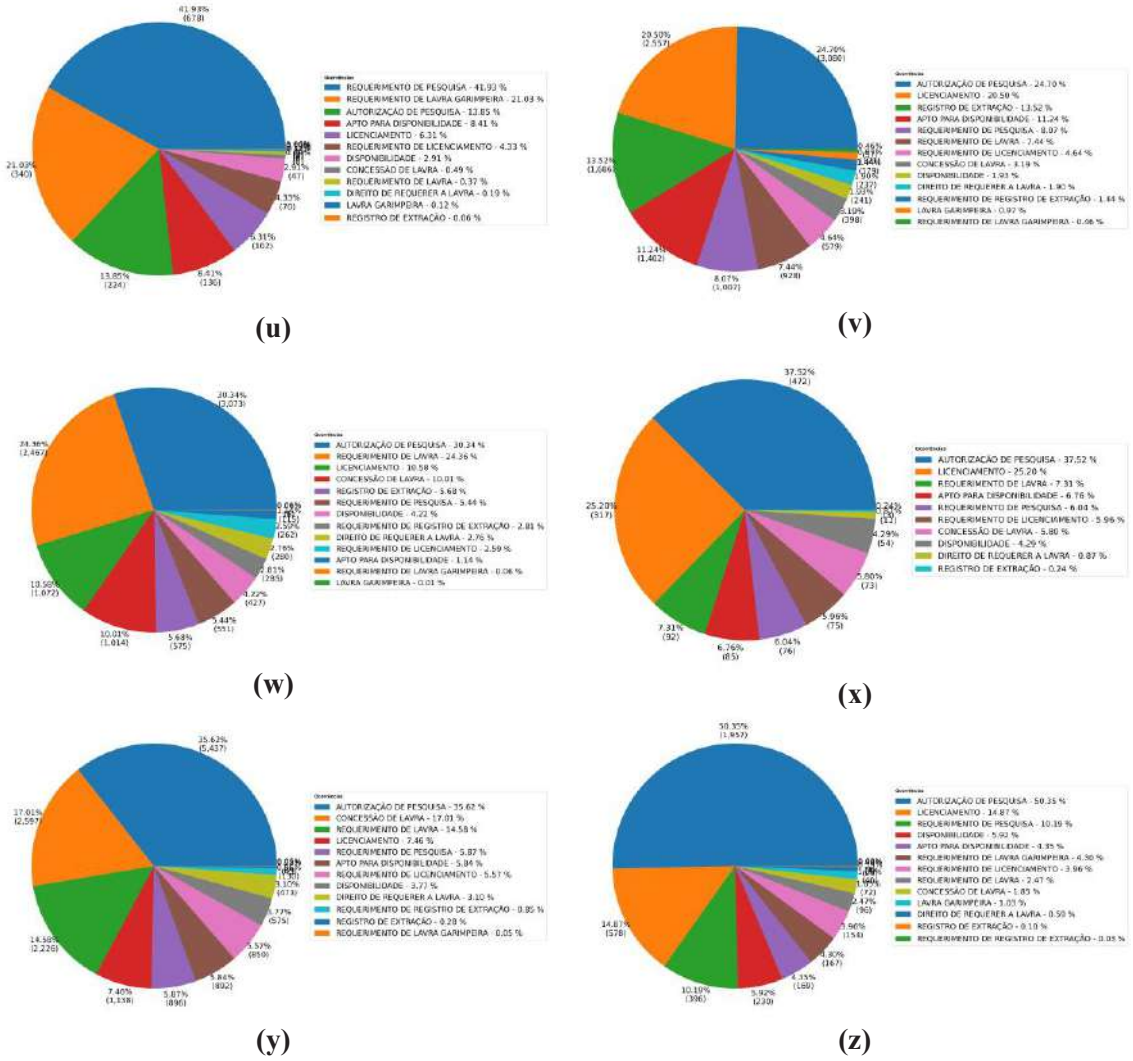


(t)

Legenda: (k) MS, (l) MT, (m) PA, (n) PB, (o) PE, (p) PI, (q) PR, (r) RJ, (s) RN e (t) RO.

Figura 10 - Distribuição dos processos minerários por UF

conclusão



(u) **(v)**

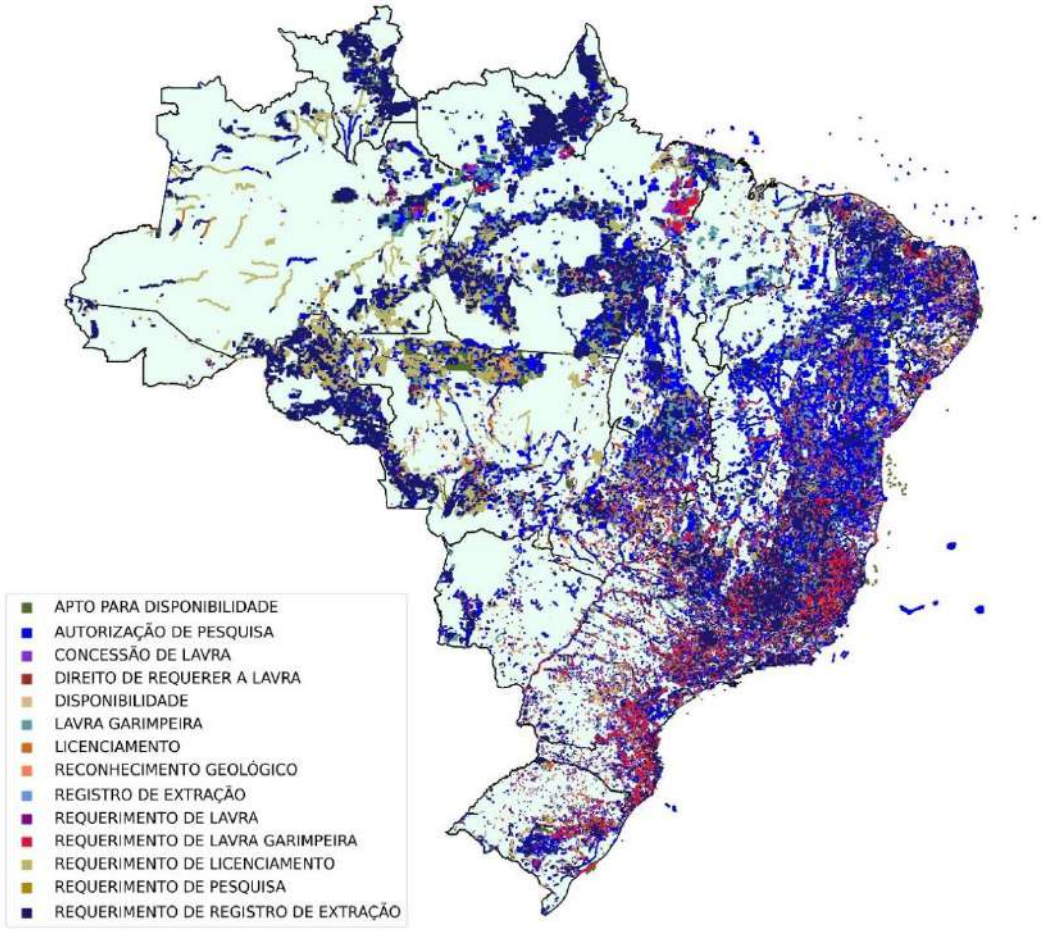
(w) **(x)**

(y) **(z)**

Fonte: Autoria própria.
Legenda: (u) RR, (v) RS, (w) SC, (x) SE, (y) SP e (z) TO

A Figura 11 apresenta um mapa de situação dos processos minerários ativos quanto à etapa do processo. É possível notar claramente a maior concentração de processos minerários em uma faixa que acompanha a costa brasileira. O Centro-Oeste e o Norte apresentam-se como áreas com baixa densidade territorial com processos minerários.

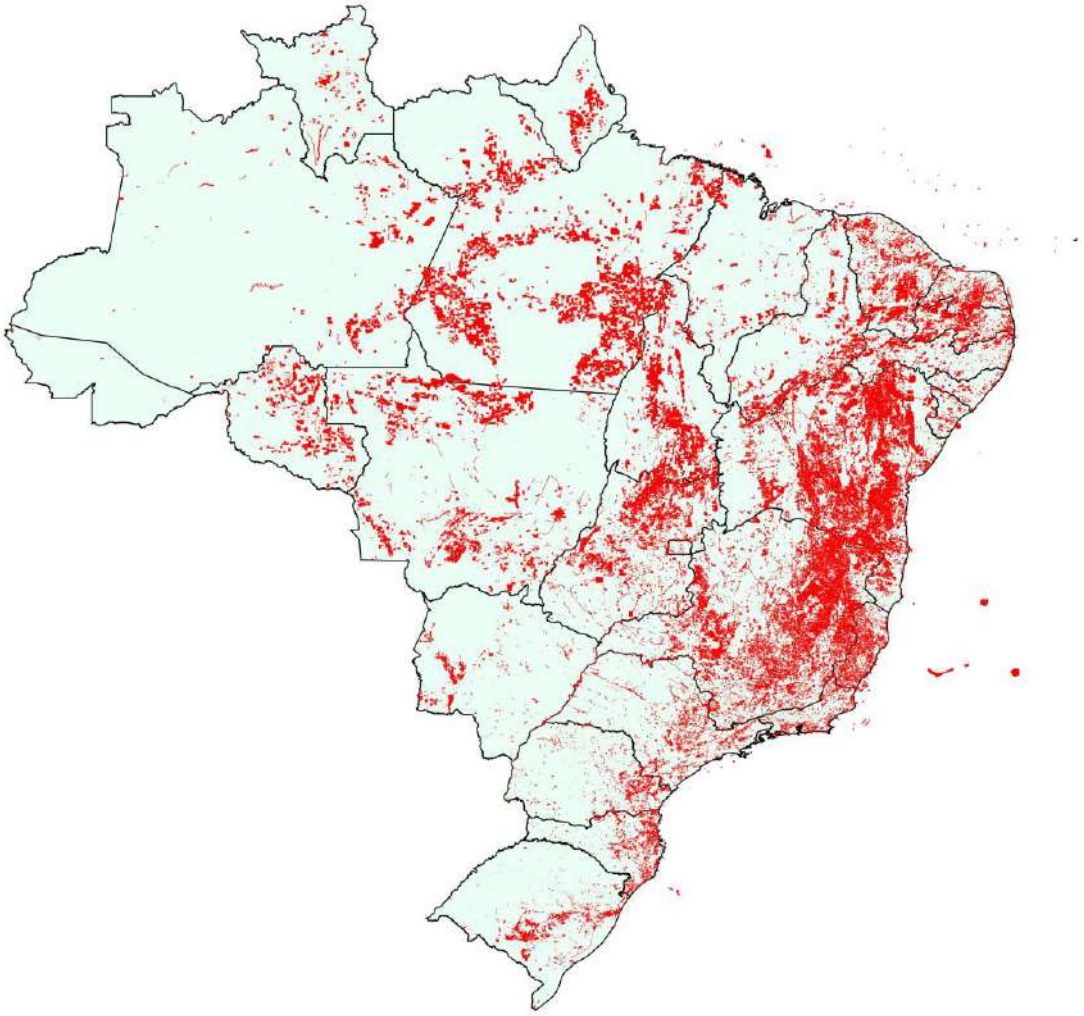
Figura 11 - Mapa de situação dos processos minerários ativos quanto à etapa do processo



Fonte: Autoria própria.

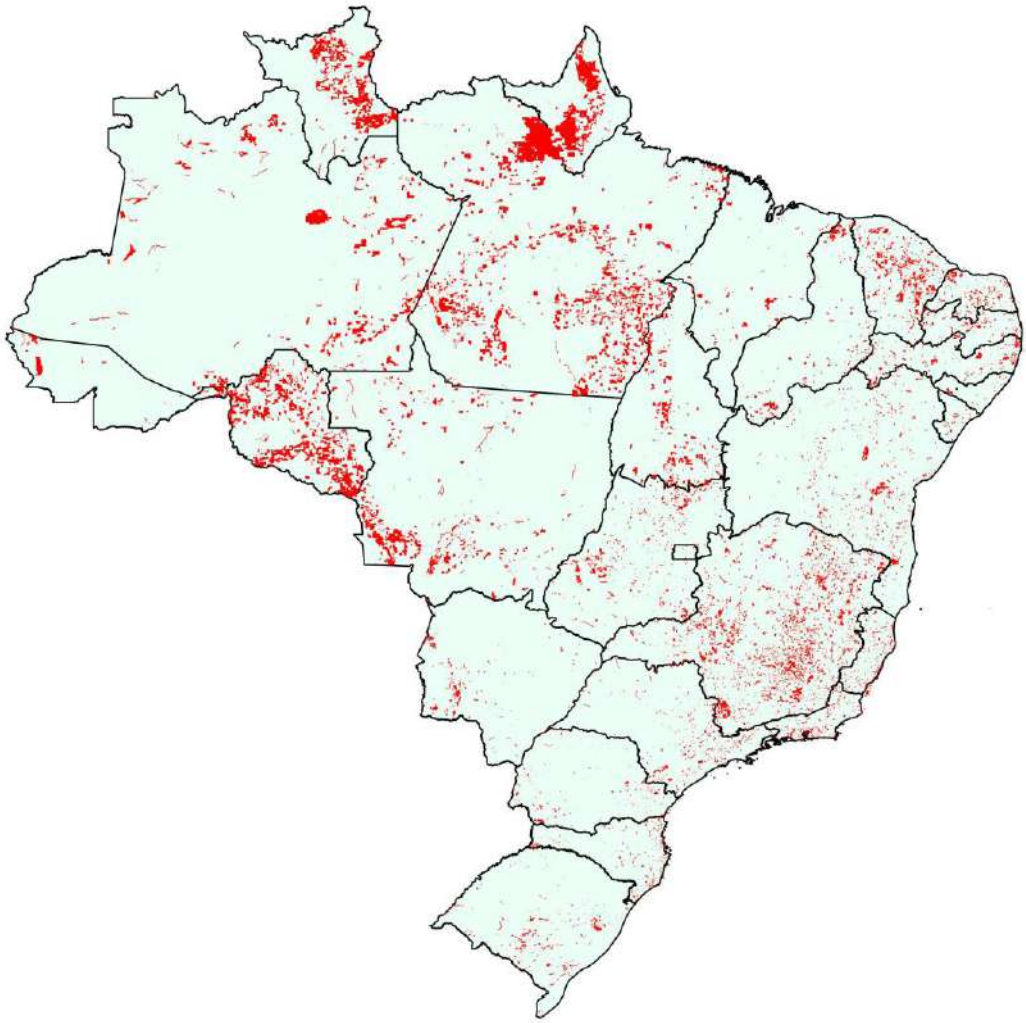
A Figura 12 apresenta o mapa de situação dos processos em fase de autorização de pesquisa e a Figura 13, em fase de requerimento de pesquisa. Nota-se que essas etapas são de grande importância, pois a elas estão ligados os principais investimentos na indústria mineral, também chamados de *greenfields*. Segundo Fleury (2023), dentro do contexto da mineração, esses projetos se referem a empreendimentos novos em territórios não explorados previamente. Naturalmente, isso os torna mais arriscados e necessitados de investimentos significativos em pesquisa e desenvolvimento (P&D). Apesar dos riscos inerentes, os projetos desse tipo são percebidos por investidores globais como promissores financeiramente e essenciais para impulsionar a inovação e a expansão no setor. Nota-se a grande concentração de processos do tipo nos estados de MG, BA e ES.

Figura 12 - Mapa de situação dos processos minerários ativos em fase de autorização de pesquisa



Fonte: Autoria própria.

Figura 13 - Mapa de situação dos processos minerários ativos em fase de requerimento de pesquisa

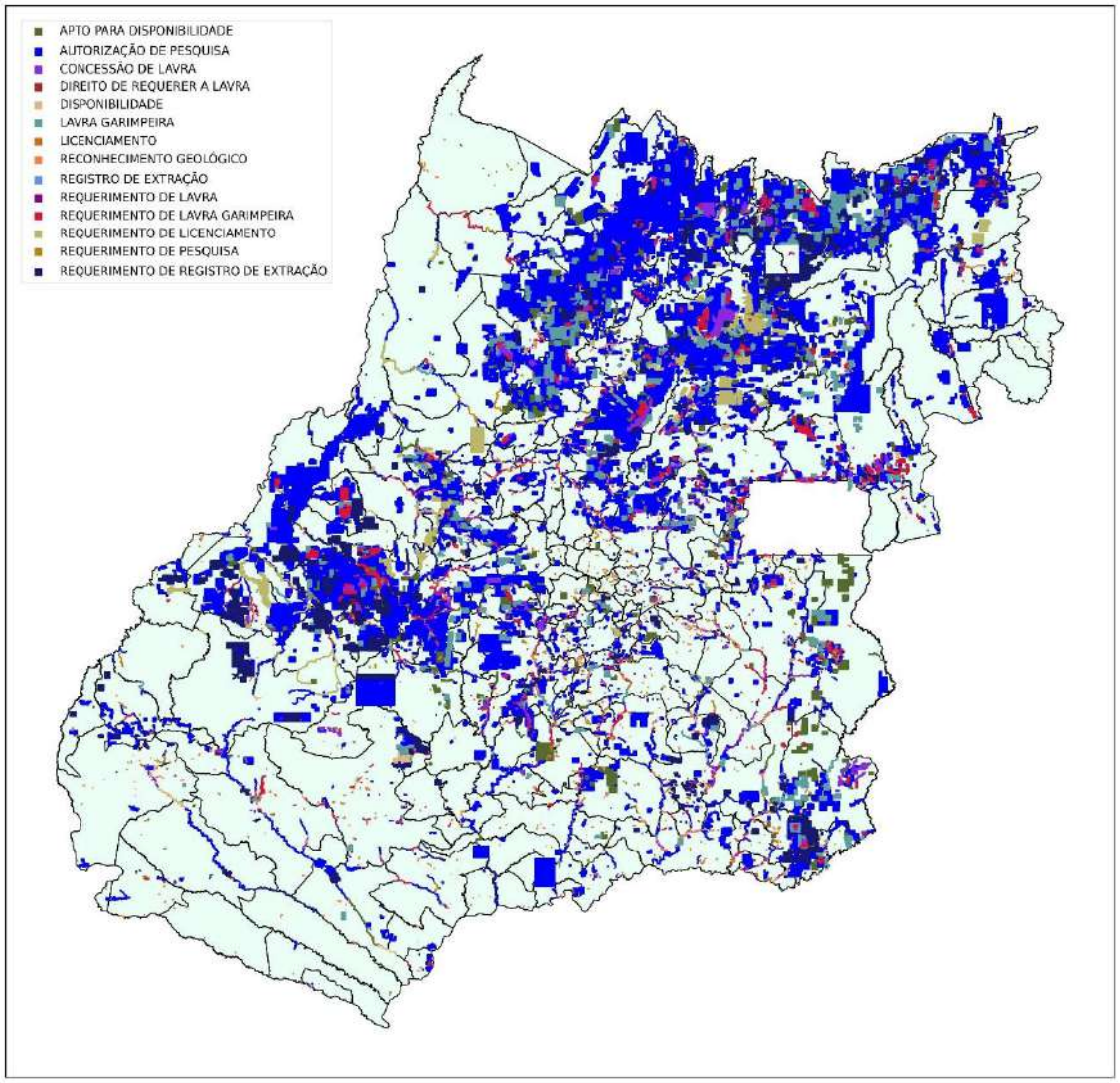


Fonte: Autoria própria.

A Figura 14 apresenta o mapa de situação dos processos minerários ativos quanto à etapa do processo no estado de Goiás. É notório que o norte do estado reúne a maior parte dos processos minerários do estado de Goiás, seguido pelo centro-oeste do estado. Esse cenário se repete quando comparado aos processos minerários ativos em fase de autorização de pesquisa (Figura 15) e de requerimento de pesquisa (Figura 16). Percebe-se que, em áreas onde o agronegócio tipicamente domina a economia regional, como é o caso do sul do estado, a mineração se mostra pouco presente.

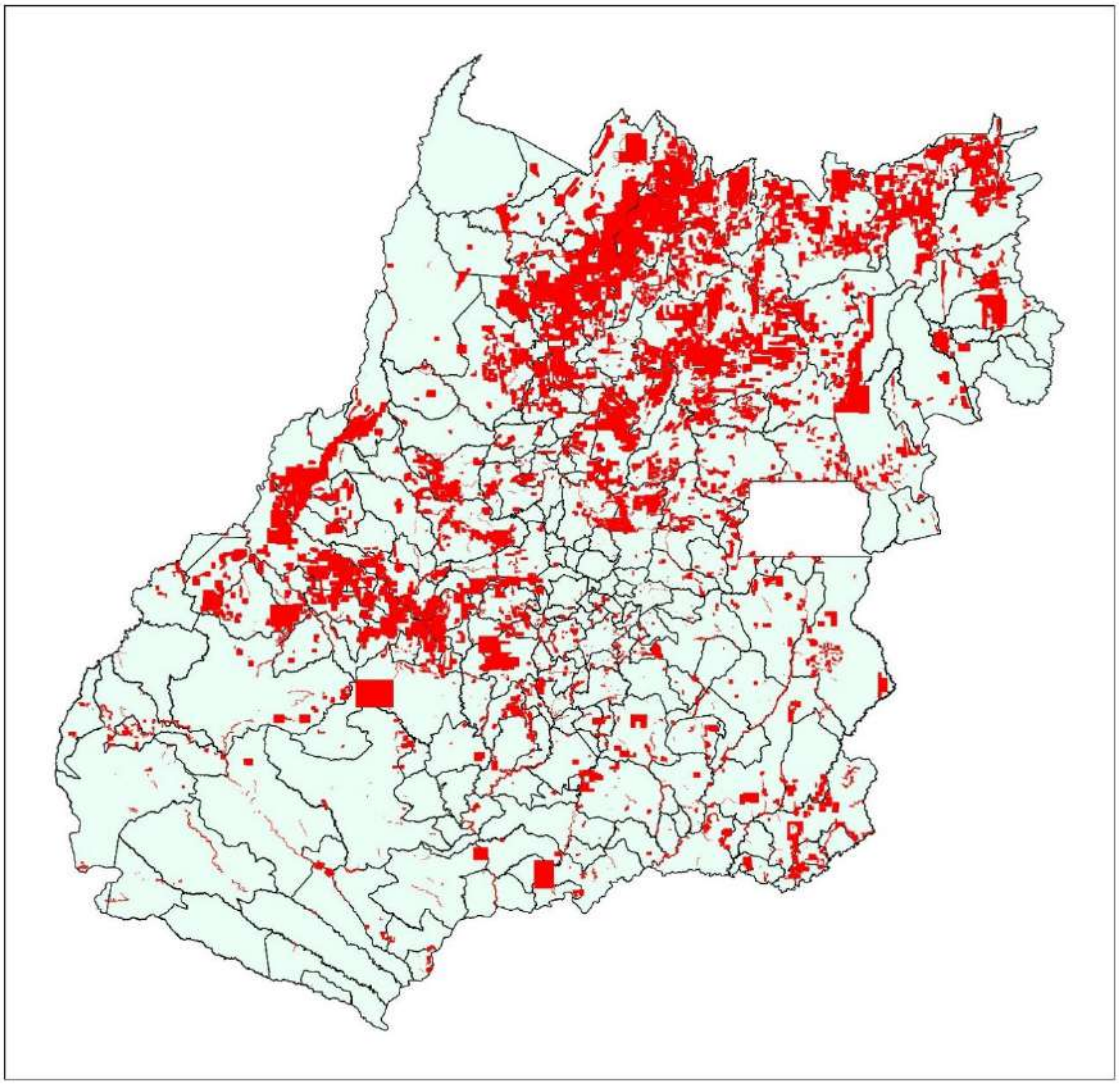
Os processos minerários ativos em fase de requerimento de licenciamento no estado de Goiás são apresentados na Figura 17. Como essa modalidade limita a área a ser requerida, é possível ver pequenas áreas distribuídas em quase todos os municípios do estado de Goiás, o que evidencia grande capilaridade.

Figura 14 - Mapa de situação dos processos minerários ativos quanto à etapa do processo no estado de Goiás



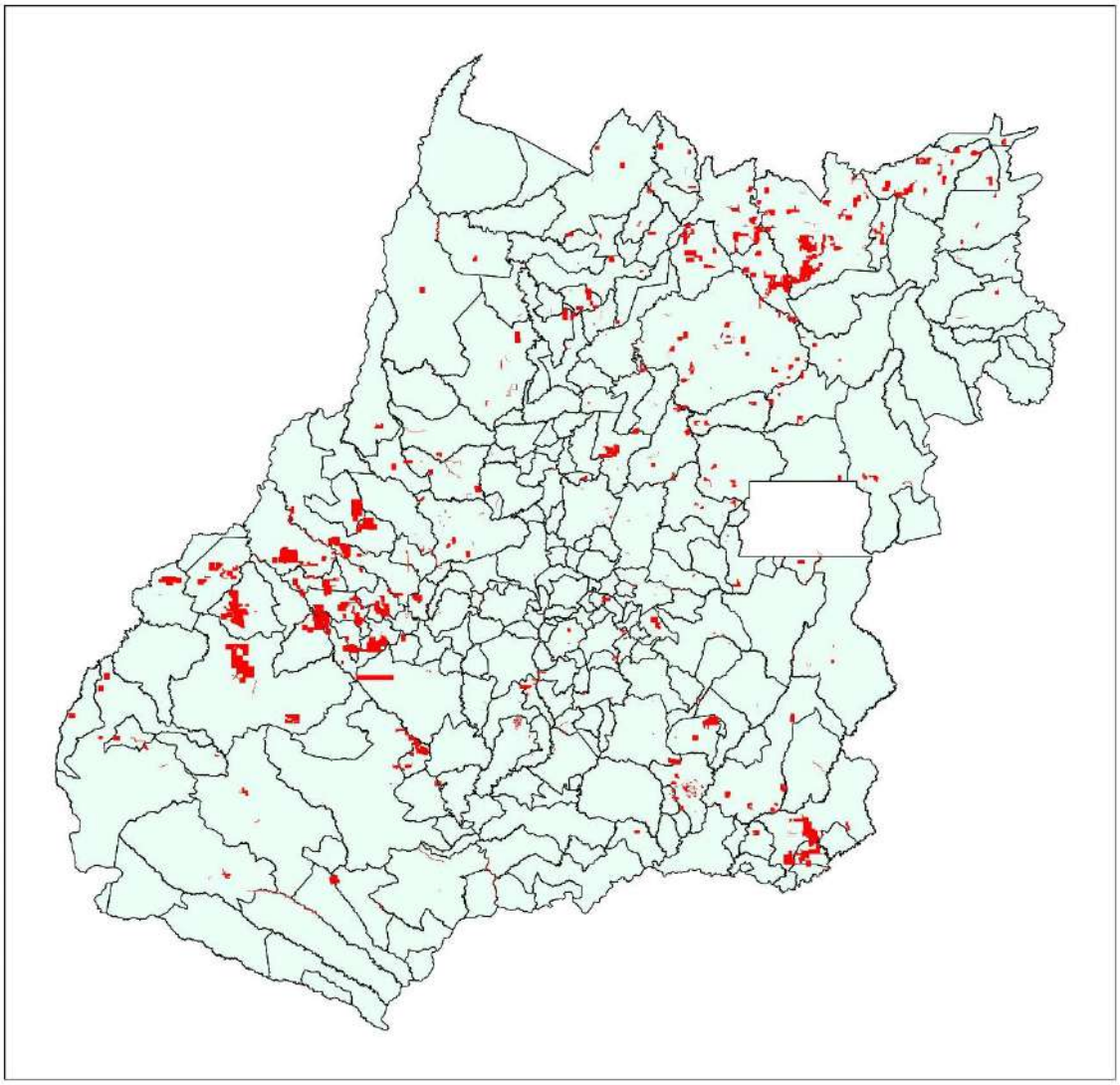
Fonte: Autoria própria.

Figura 15 - Mapa de situação dos processos minerários ativos em fase de autorização de pesquisa no estado de Goiás



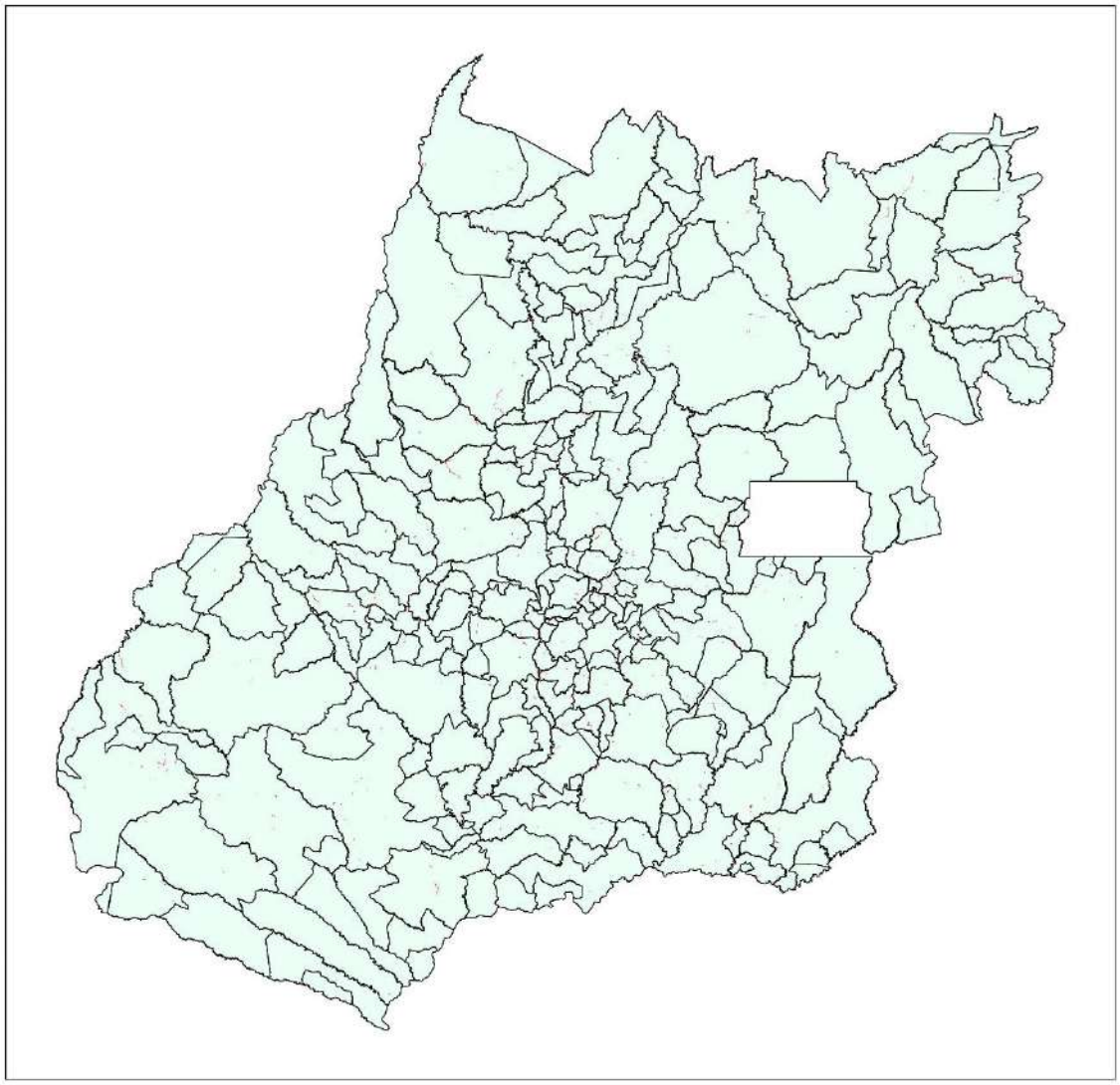
Fonte: Autoria própria.

Figura 16 - Mapa de situação dos processos minerários ativos em fase de requerimento de pesquisa no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

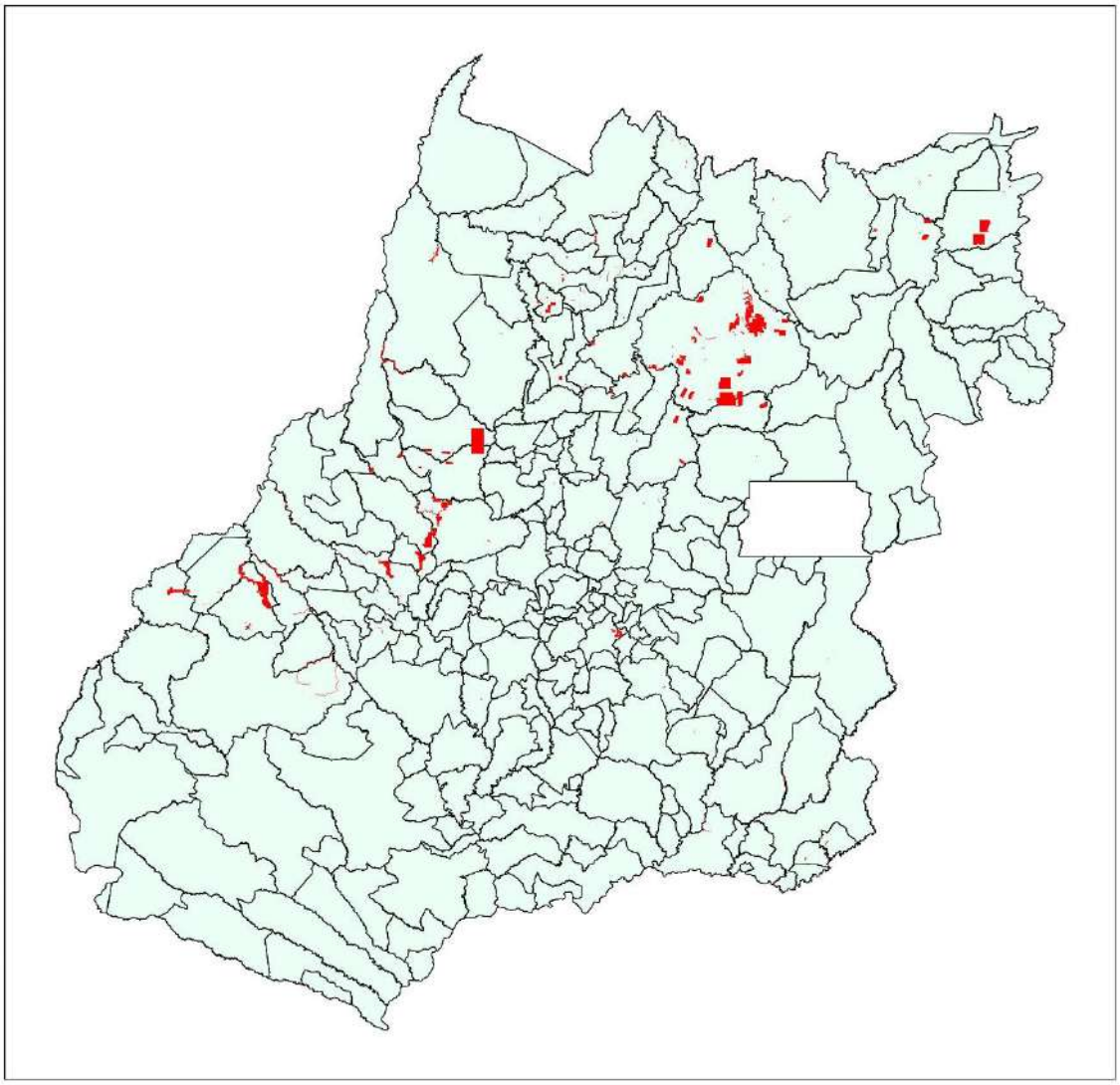
Figura 17 - Mapa de situação dos processos minerários ativos em fase de requerimento de licenciamento no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

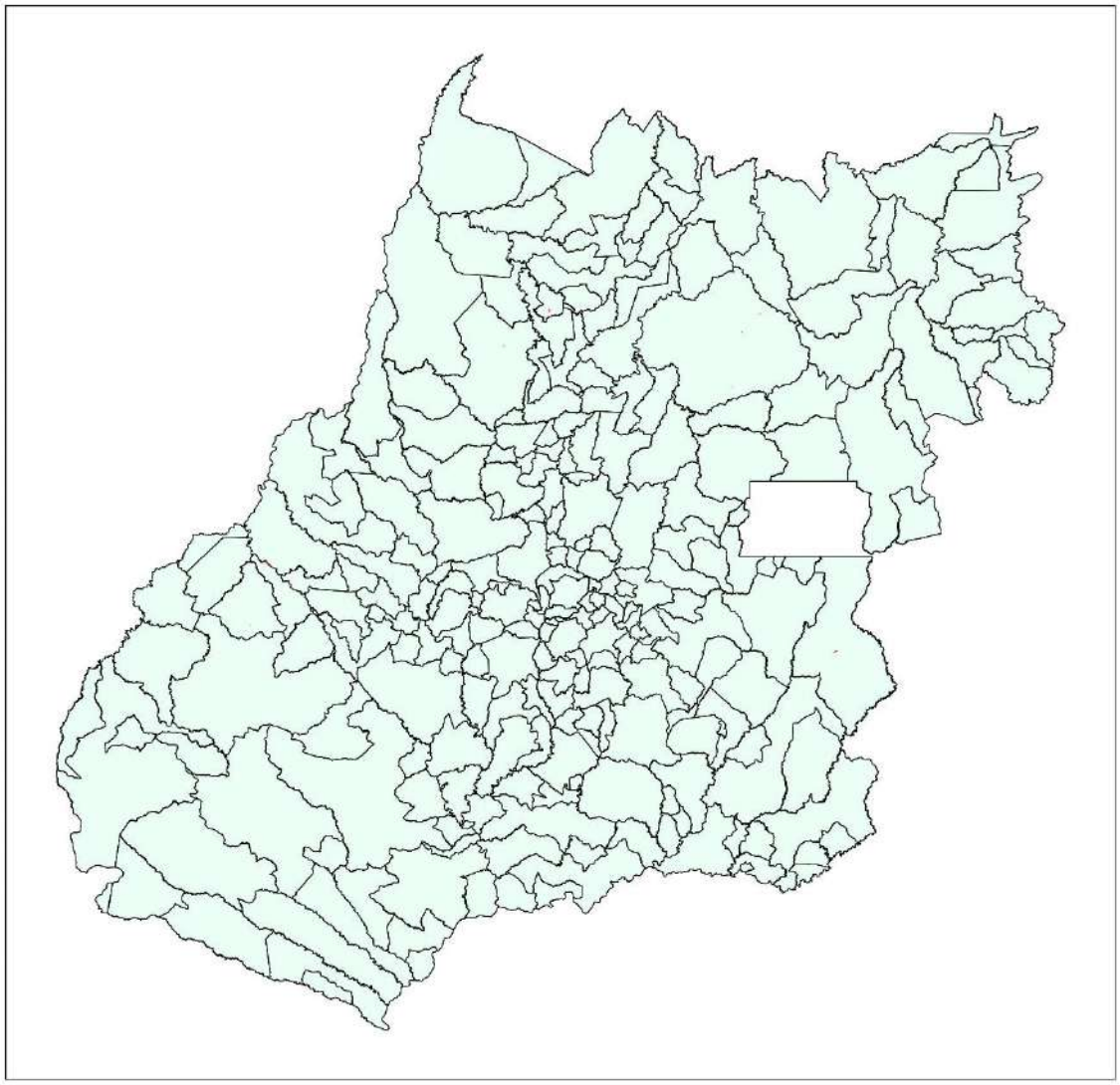
A situação do estado, no tocante à lavra garimpeira, é apresentada nas Figuras 18 (sobre requerimentos de lavra garimpeira) e 19 (sobre lavras garimpeiras). Apenas 89 (0,63%) processos foram encontrados em fase de lavra garimpeira em Goiás. Em comparação, existiam 939 processos (6,49%) em fase de requerimento de lavra garimpeira, quase 10,55 vezes a quantidade de empreendimentos atualmente operando nessa modalidade. Isso indica que o estado de Goiás deve viver uma grande expansão nessa modalidade e precisa, urgentemente, se aparelhar para dialogar e conviver com os garimpeiros, suas cooperativas e APLs. É necessário que o arcabouço legal e ambiental seja revisto, principalmente quando tais empreendimentos se encontram próximos às áreas protegidas e/ou vulneráveis social e ambientalmente.

Figura 18 - Mapa de situação dos processos minerários ativos em fase de requerimento de lavra garimpeira no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

Figura 19 - Mapa de situação dos processos minerários ativos em fase de lavra garimpeira no estado de Goiás

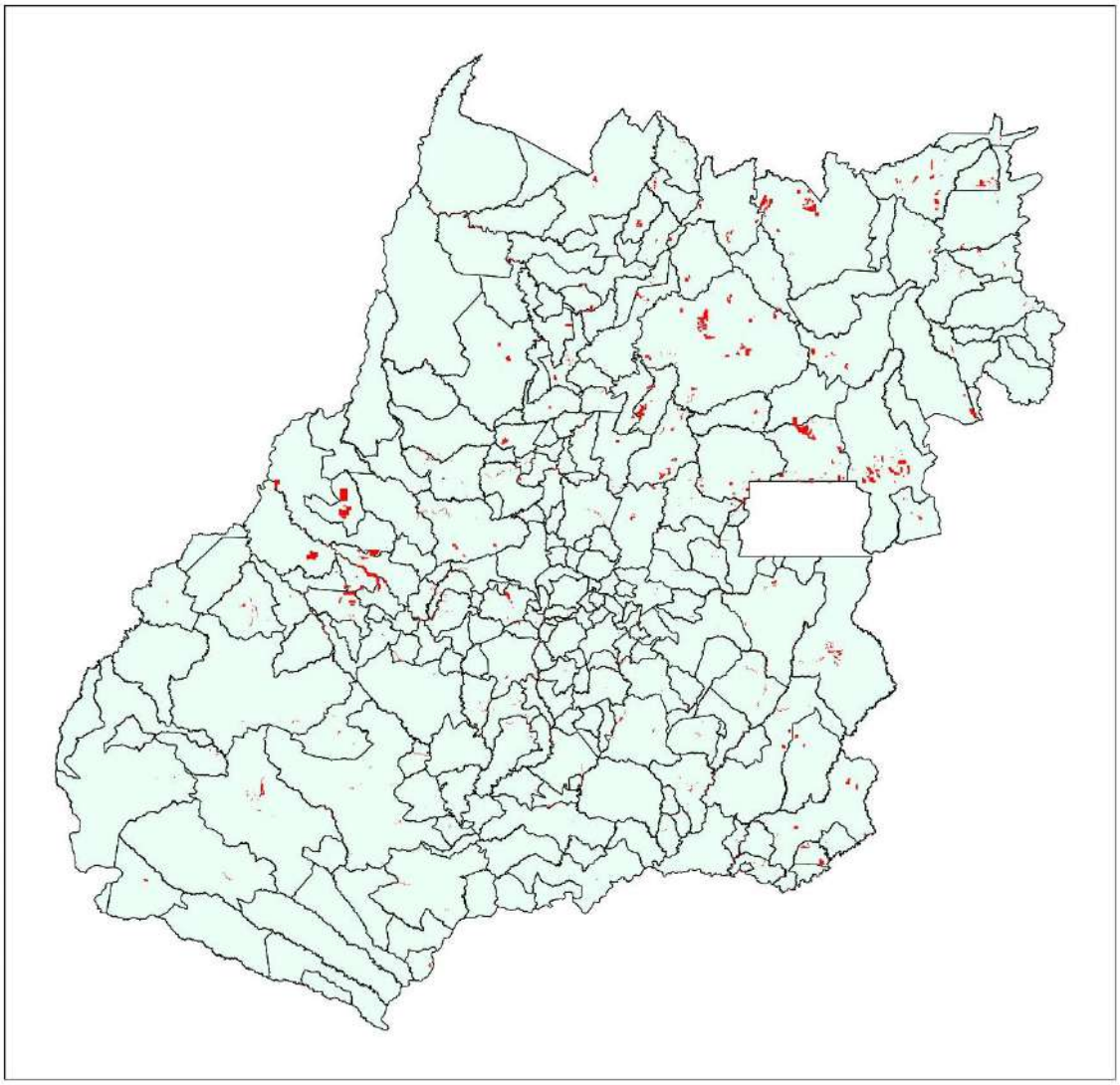


Fonte: Autoria própria.

A Figura 20 apresenta o mapa de situação dos processos minerários ativos em fase de requerimento de lavra no estado de Goiás. Esses projetos se encontram mais maduros, com potencial econômico já demonstrado. Dessa forma, é importante que o governo estadual não só dialogue, mas que propicie um ambiente favorável ao avanço dos projetos, o que culminará na criação de novas minerações no estado.

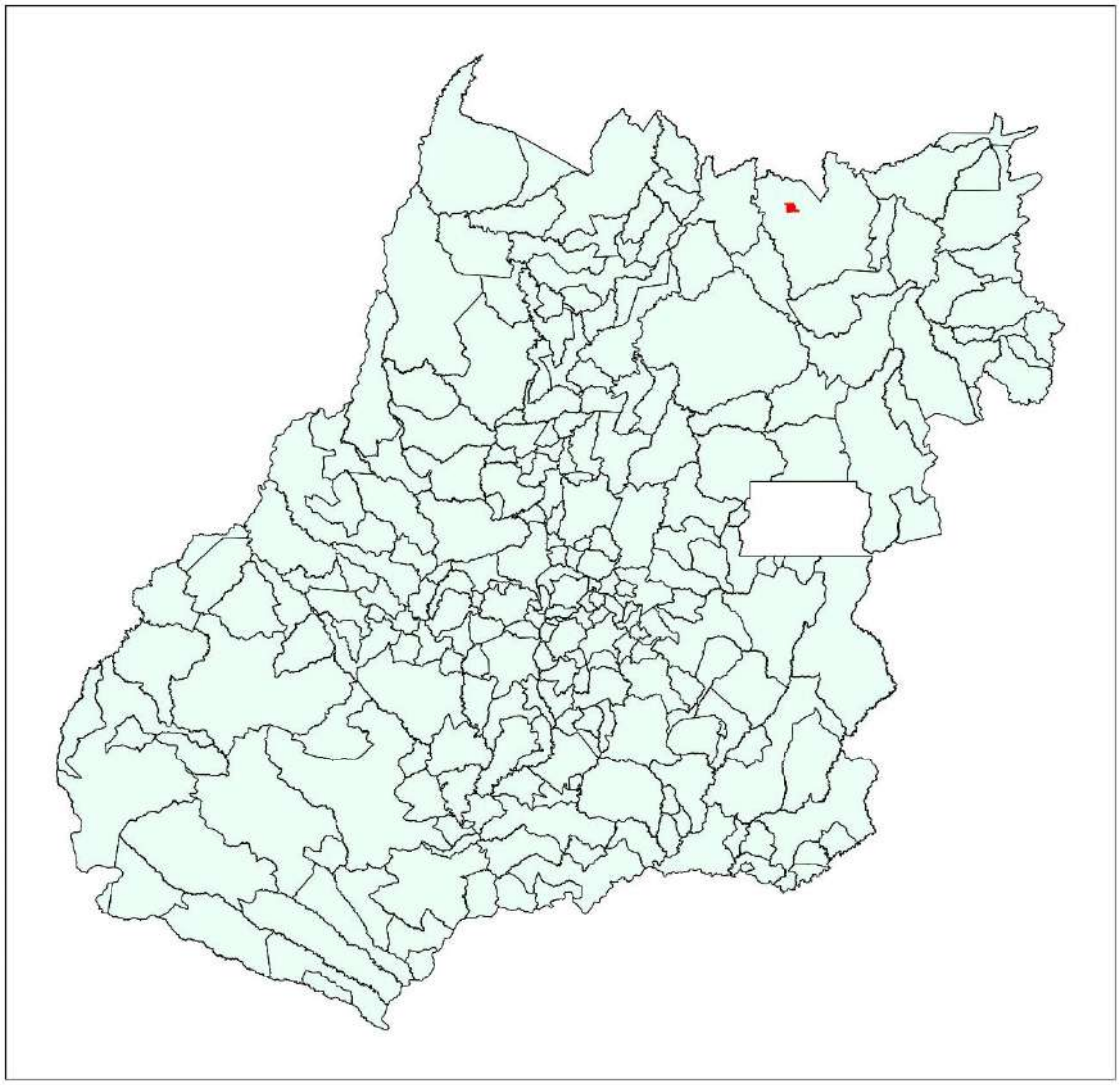
Interessante notar que existem apenas cinco processos minerários ativos em fase de reconhecimento geológico em todo o estado de Goiás (Figura 21). Contudo, essa modalidade é notoriamente rara em todo o território nacional. Avanços tecnológicos na pesquisa mineral podem contribuir para o aumento de processos nessa modalidade, como ocorre em outros países no mundo.

Figura 20 - Mapa de situação dos processos minerários ativos em fase de requerimento de lavra no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

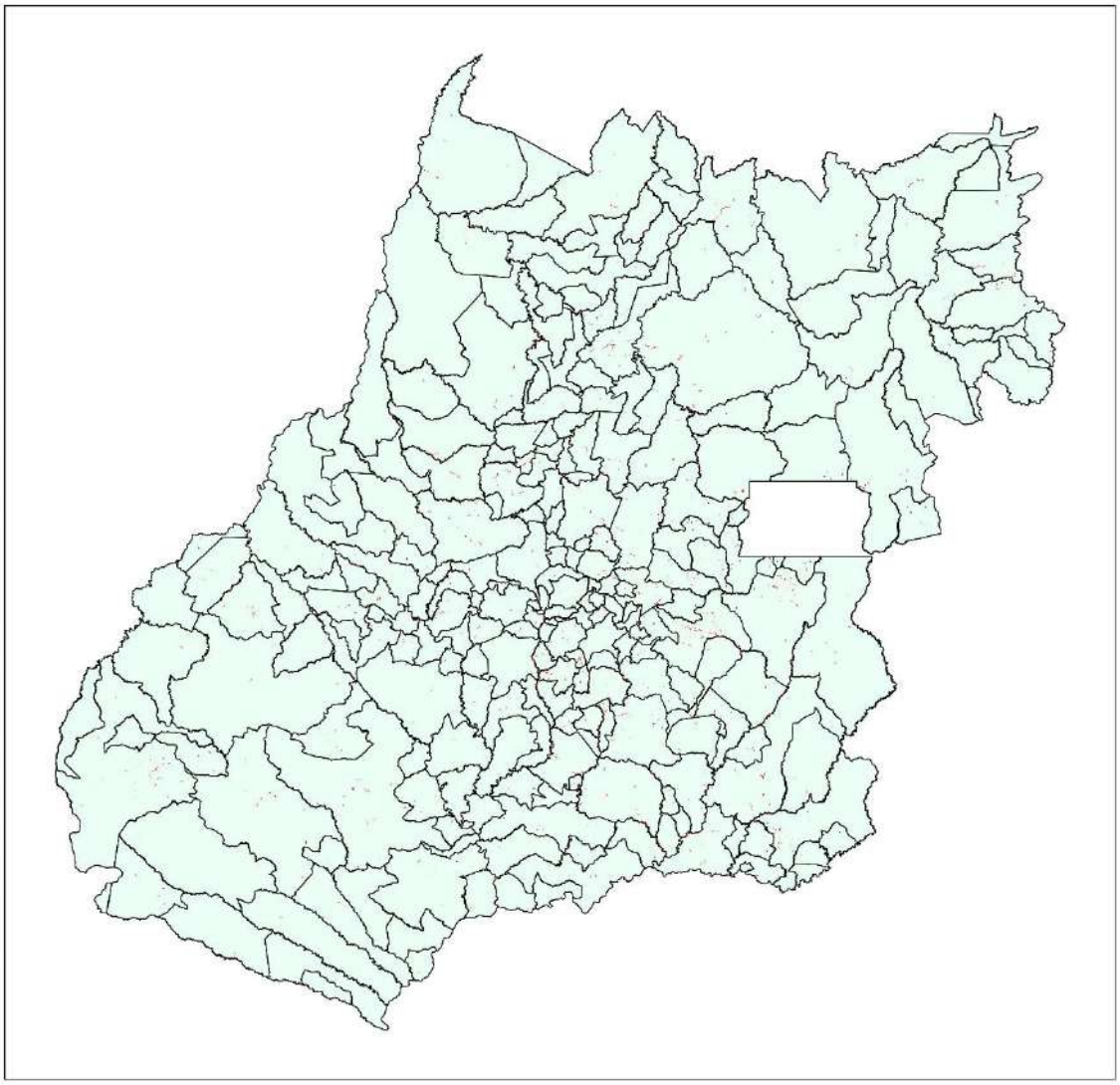
Figura 21 - Mapa de situação dos processos minerários ativos em fase de reconhecimento geológico no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

A Figura 22 apresenta o mapa de situação dos processos minerários ativos em fase de licenciamento no estado de Goiás. É novamente possível notar que a extensão territorial ocupada por tais processos é pequena, como deveria ser, mas a quantidade dos processos chama a atenção: foram encontrados 1.412 (10,07%). Destaca-se especialmente a capilaridade dessa modalidade, estando presente em quase todos os municípios do estado. Ao mesmo tempo, estranha-se o fato de a população goiana desconhecer a importância do setor para o desenvolvimento do estado, principalmente quando se percebe a grande quantidade de municípios com processos nessa modalidade.

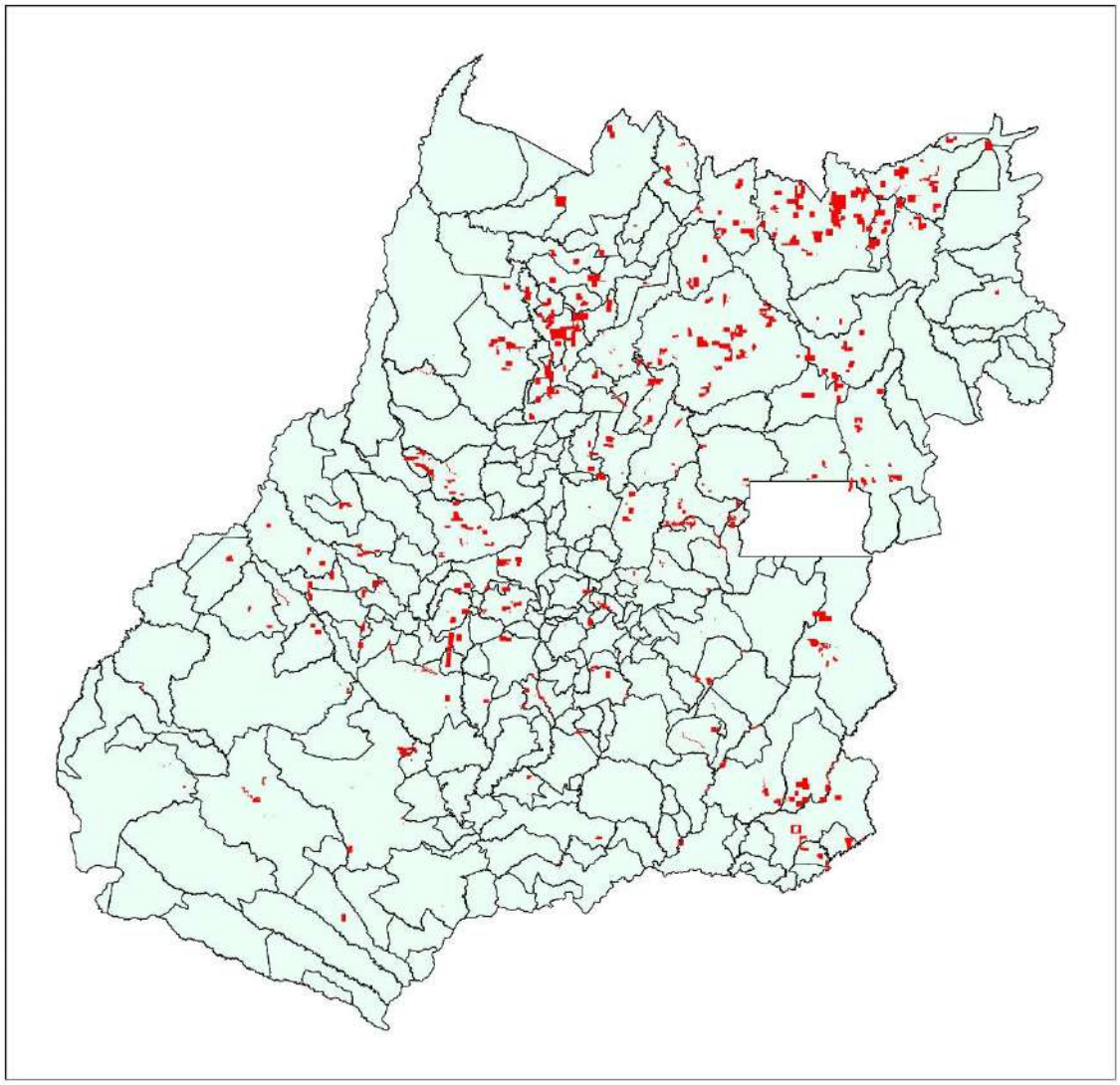
Figura 22 - Mapa de situação dos processos minerários ativos em fase de licenciamento no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

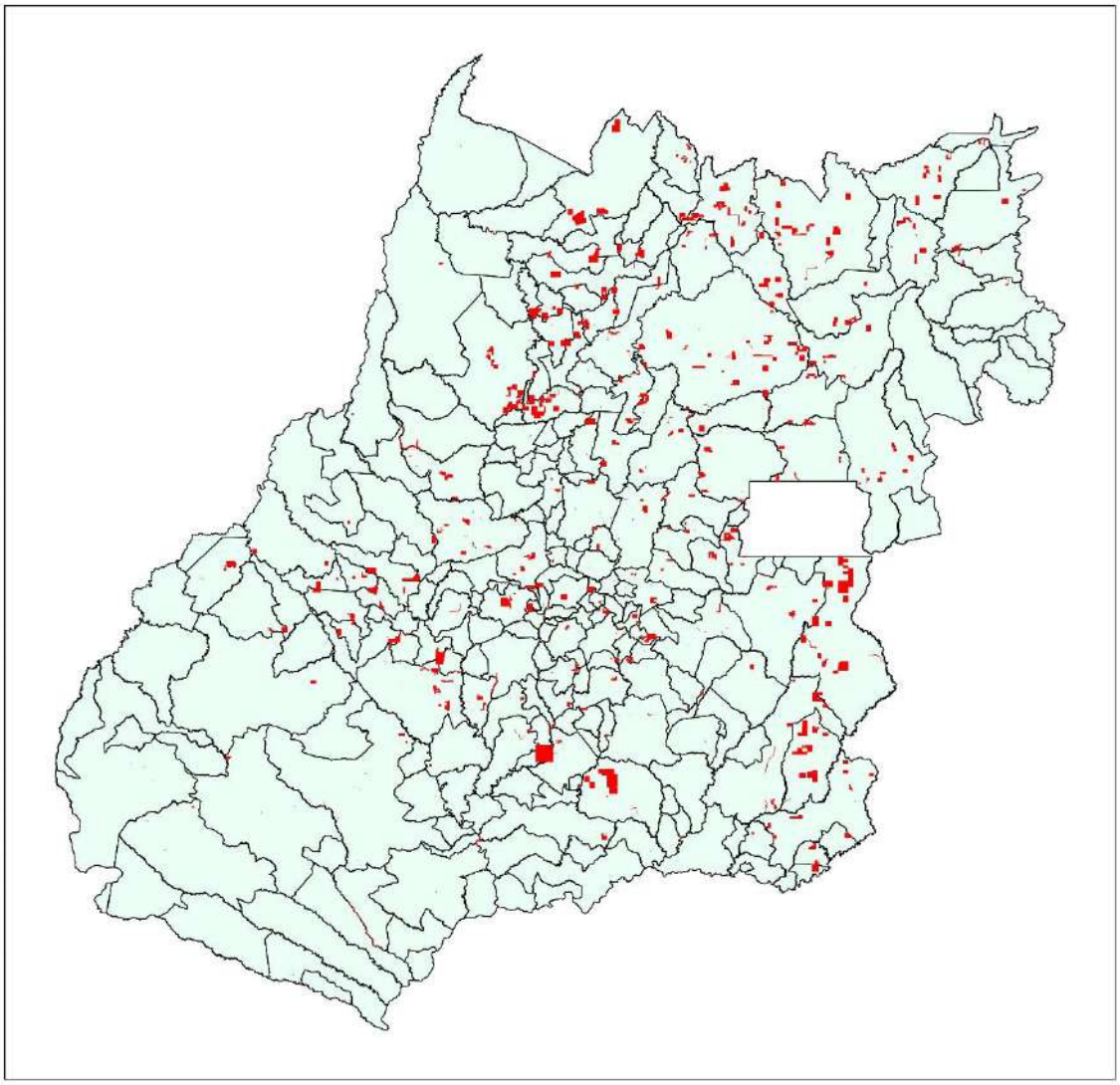
As Figuras 23 e 24 apresentam mapas de situação dos processos minerários ativos em fase de disponibilidade e aptos para disponibilidade no estado de Goiás, respectivamente. É de grande importância que o estado de Goiás acompanhe de perto tais processos. A disponibilidade da área pode ter sido por razões técnicas (baixos ou inexistentes teores do elemento de interesse, falta de infraestrutura, falta de tecnologia etc.), ambientais, sociais ou mesmo econômicas. Por conseguinte, o estado deve atuar de modo a verificar qual razão levou o processo a entrar em disponibilidade, pois ele pode se tornar atrativo em alguns casos por interferência do estado. Cita-se, por exemplo, o apoio logístico ao escoamento da produção mineral, ação que o estado pode fomentar.

Figura 23 - Mapa de situação dos processos minerários ativos em fase de disponibilidade no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

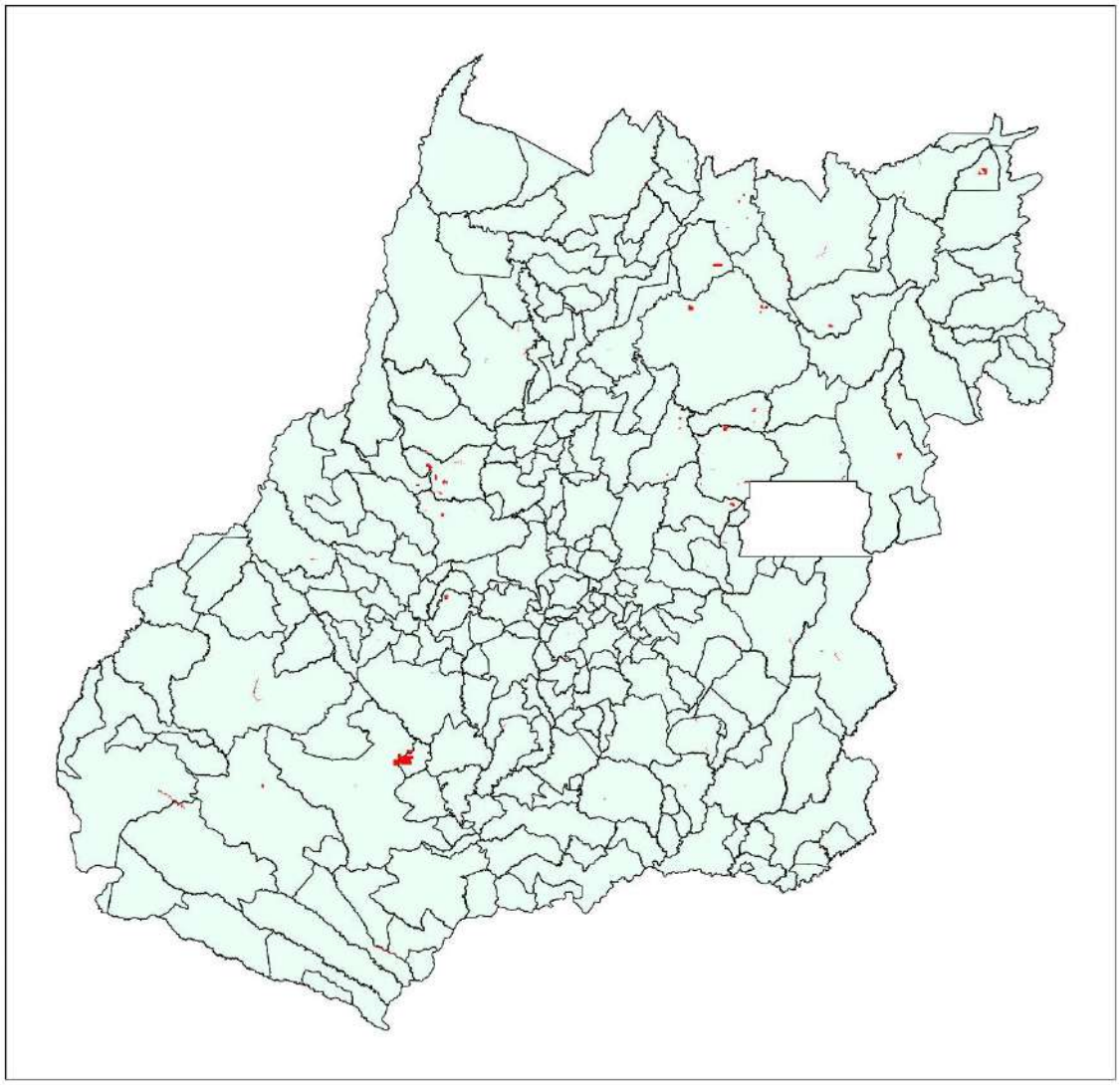
Figura 24 - Mapa de situação dos processos minerários ativos aptos para disponibilidade no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

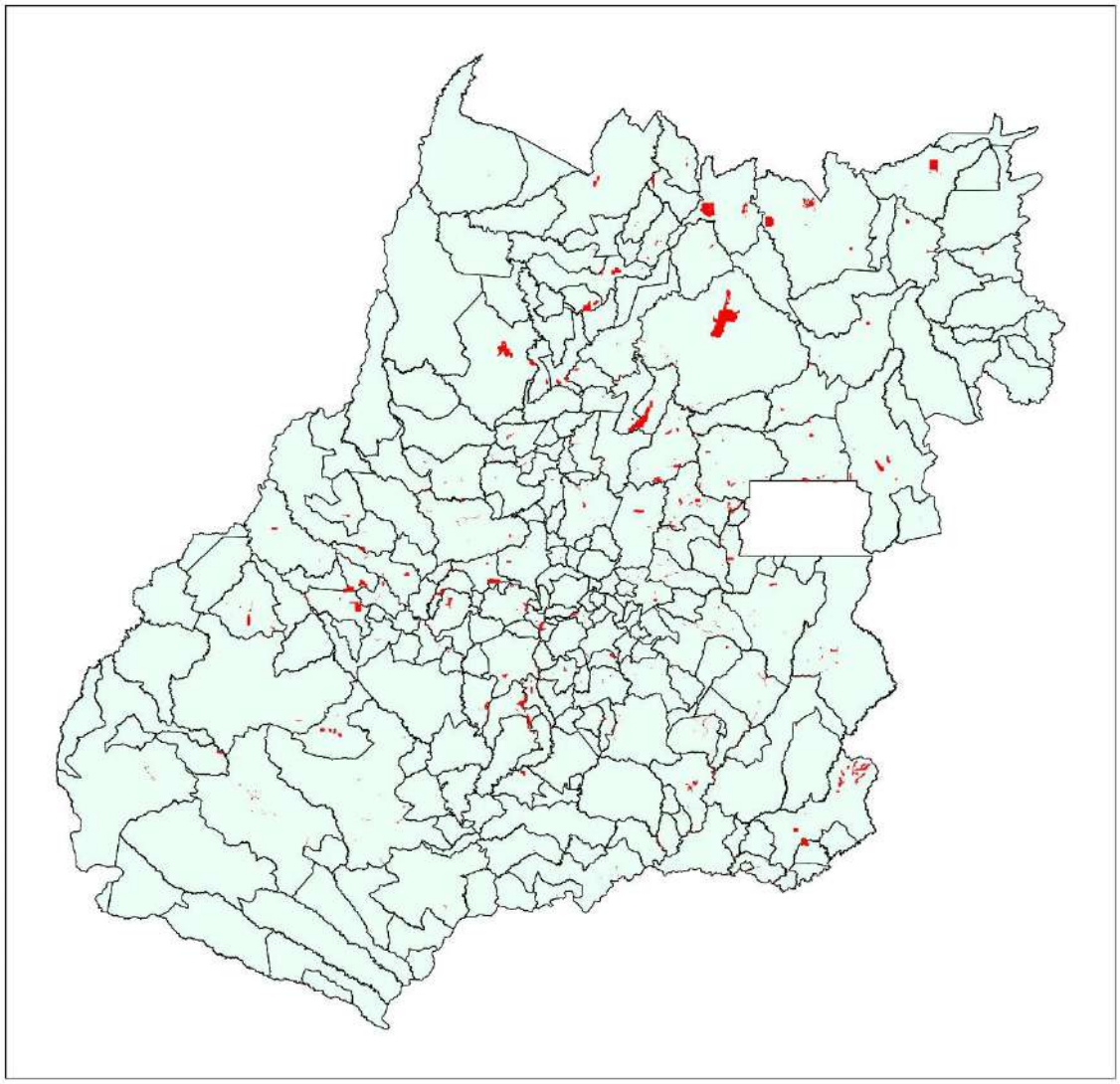
Os processos minerários ativos em fase de direito de requerer a lavra e em fase de concessão de lavra no estado de Goiás são apresentados nas Figuras 25 e 26, respectivamente. O último, aliás, é o mais importante no monitoramento das áreas onde se situam as minerações em operação no estado. Percebe-se que existe grande difusão da atividade mineral em todo o estado, com ênfase nas regiões central e norte. Poucos são os processos com direito de requerer a lavra (140 processos ou 1,00%). Mesmo assim, estima-se que apenas um, em cada cem pedidos de pesquisa, torna-se lavra. Assim sendo, o estado pode vir a contar com mais de cem novos empreendimentos minerários no futuro próximo.

Figura 25 - Mapa de situação dos processos minerários ativos em fase de direito de requerer a lavra no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

Figura 26 - Mapa de situação dos processos minerários ativos em fase de concessão de lavra no estado de Goiás

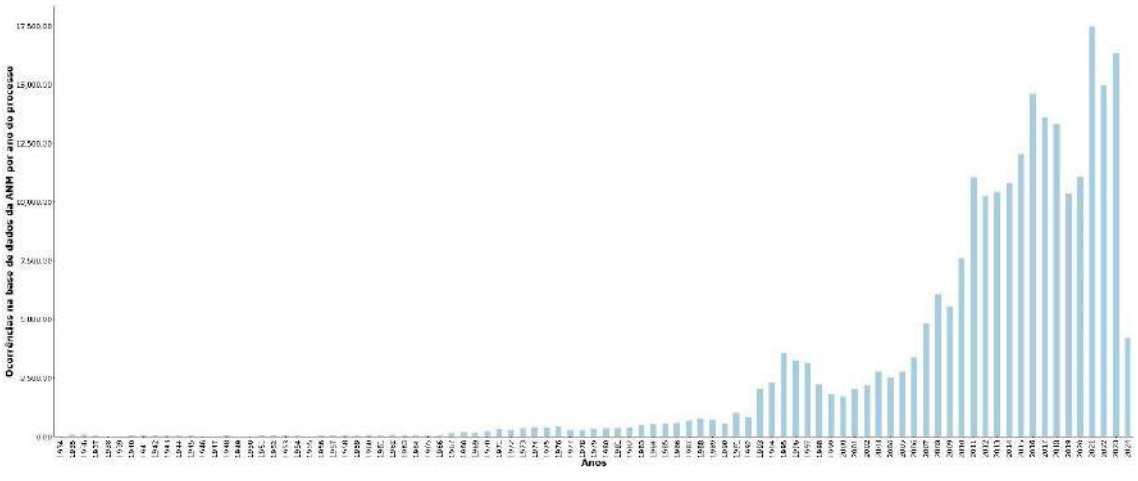


Fonte: Autoria própria.

3 PROCESSOS MINERÁRIOS DE ACORDO COM O ANO DA SUA ABERTURA

Os processos minerários são estruturados na base de dados da ANM de acordo com a data de abertura daqueles. Dessa forma, é possível ver a evolução dos processos minerários ativos e disponíveis no sistema Sigmine/ANM. Foram encontrados processos minerários ativos que remontam a 1934, sendo estes dois processos: um de água mineral no estado de SP e outro de argila ferruginosa no estado da PB. A Figura 27 apresenta a evolução temporal dos processos ativos. É possível notar que o ano com mais processos ativos era 2021, com 17.474 processos (7,19%), seguido por 2023 (16.334 processos ou 6,72%) e 2022 (14.978 processos ou 6,16%). Nota-se que houve uma queda do número de processos ativos abertos em 2019 e 2020, provavelmente devido à pandemia da covid-19. Contudo, os números indicam uma crescente do setor mineral, que vem se reestabelecendo e ampliando.

Figura 27 - Evolução anual da quantidade de processos minerários ativos na base de dados Sigmine/ANM

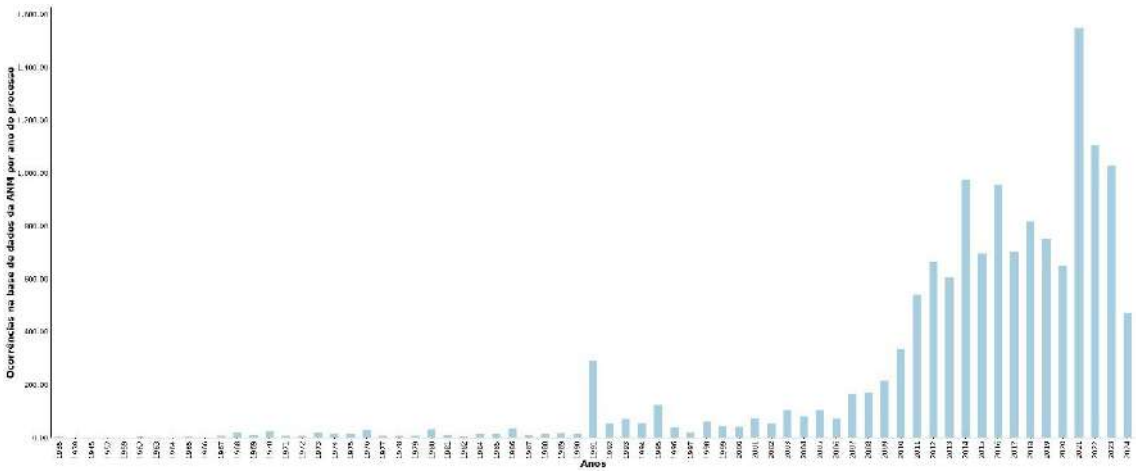


Fonte: Autoria própria.

A evolução temporal dos processos ativos na base de dados Sigmine/ANM para o estado de Goiás pode ser vista na Figura 28. Foram encontrados processos minerários ativos que remontam a 1935, sendo estes três processos: um de água mineral referente à Empresa Pública Municipal Exploração Mineral (EMEM) e um de águas termais da Cia. Melhoramentos de Caldas Novas, ambos na cidade de Caldas Novas, e outro de ouro da Mineração Serra Grande SA Anglo *Gold* Ashanti da cidade de Crixás. Seguindo a tendência nacional, o ano com mais processos ativos para o estado de Goiás era 2021,

com 1.549 processos (11,05% dos 14.019 processos de Goiás), seguido por 2022 (7,89%) e 2023 (7,33%). Contudo, percebe-se que a quantidade de processos abertos em Goiás está em declínio desde 2021, sendo a quantidade de processos ativos de 2023 próxima aos números de 2016 (6,97%) e 2014 (6,81%). Tal fato requer atenção do poder público, visto que a falta de incentivo e de políticas públicas que fomentem a mineração no estado pode ter levado a esse declínio. A Figura 29 apresenta o comparativo de todas as demais UF. Nota-se que o único estado que apresenta uma tendência crescente em todo o período considerado é MG (Figura 29j).

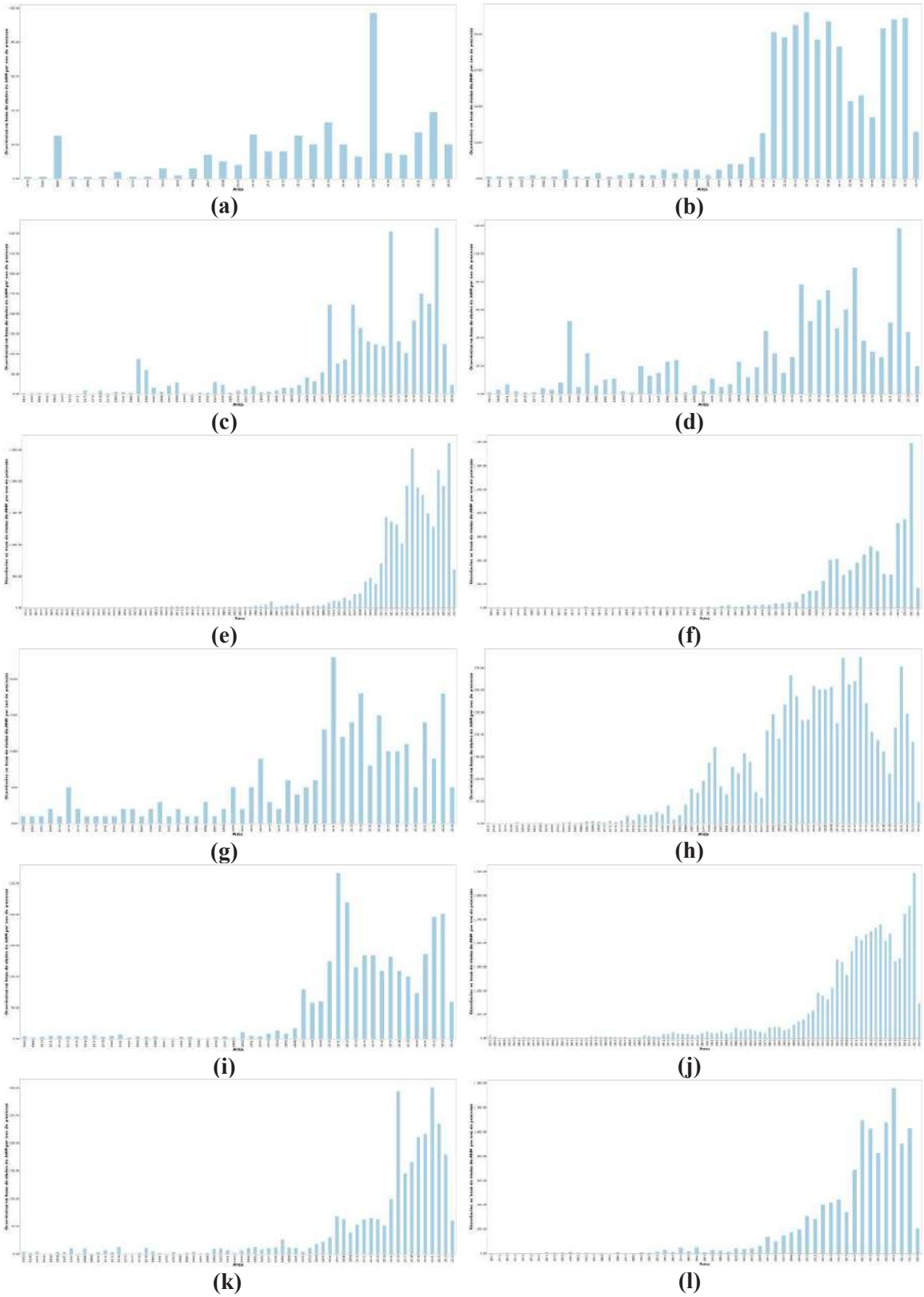
Figura 28 - Evolução anual da quantidade de processos minerários ativos na base de dados Sigmine/ANM para o estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

Figura 29 - Evolução anual dos processos minerários ativos por UF

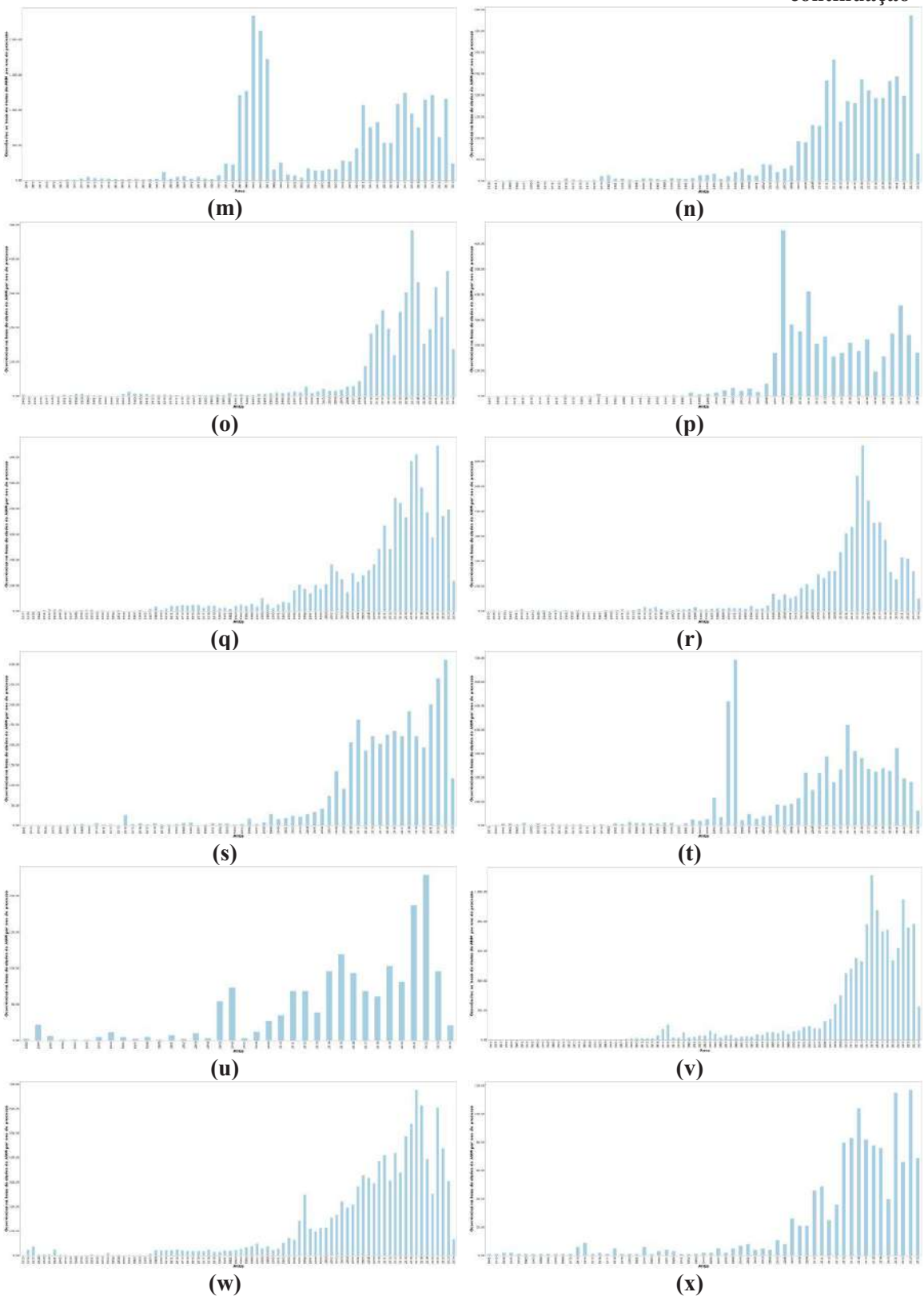
continua



Legenda: (a) AC, (b) AL, (c) AM, (d) AP, (e) BA, (f) CE, (g) DF, (h) ES, (i) MA, (j) MG, (k) MS e (l) MT

Figura 29 - Evolução anual dos processos minerários ativos por UF

continuação



(m) **(n)**

(o) **(p)**

(q) **(r)**

(s) **(t)**

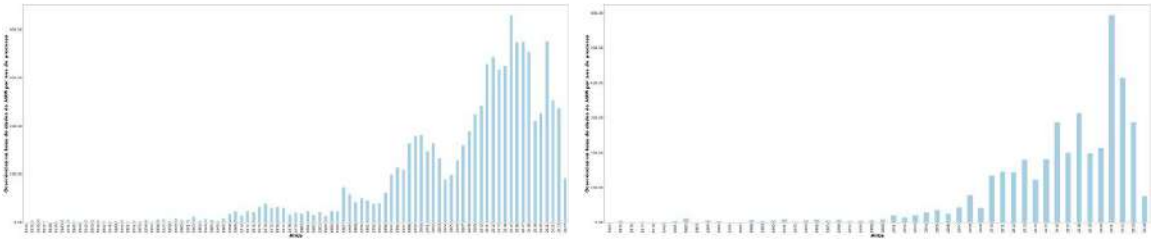
(u) **(v)**

(w) **(x)**

Legenda: (m) PA, (n) PB, (o) PE, (p) PI, (q) PR, (r) RJ, (s) RN, (t) RO, (u) RR, (v) RS, (w) SC e (x) SE

Figura 29 - Evolução anual dos processos minerários ativos por UF

conclusão



(y) **(z)**

Fonte: Autoria própria.
Legenda: (y) SP e (z) TO

4 PROCESSOS MINERÁRIOS POR SUBSTÂNCIA MINERAL

Existiam 296 substâncias cadastradas na base de dados Sigmine/ANM no dia 14/04/2024 com processos ativos como primeira substância no processo (Tabela 1). É possível perceber que os dados podem ser agrupados sem perdas. Contudo, optou-se por mantê-los como se encontram na base de dados, o que inclui a nomenclatura usada para descrever as substâncias, incluindo as abreviaturas. A quantidade de substâncias presentes nessa base indica claramente a riqueza mineral brasileira. A Figura 30 apresenta o *ranking* das substâncias minerais pelo número de processos na base de dados. Percebe-se que a substância com o maior número de processos é a areia, com 47.525 (20,22%) (Figura 31), seguida por ouro (38.706 ou 16,47%) (Figura 32), granito (17.312 ou 7,37%) (Figura 33), argila (14.941 ou 6,36%) (Figura 34) e ferro (12.085 ou 5,14%) (Figura 35).

Como a mineração está intimamente ligada à sua intransponibilidade geográfica, o que significa que não é possível mudar o local de uma mina, é razoável que as substâncias nos processos minerários variem com os estados brasileiros, indicando assim a vocação mineral de cada estado. Deve-se também sempre manter em mente que um jazimento é uma concentração anômala de um ou mais elementos químicos.

Tabela 1 - Substâncias minerais cadastradas na base de dados Sigmine/ANM com processos ativos

continua

Substância	Ocorrências	Percentual (%)
Agalmatolito	75	0,03
Ágata	4	0,00
Água-marinha	545	0,23
Água mineral	4668	1,99
Água mineral alc. bic	2	0,00
Água mineral alc. ter. calci.	1	0,00
Água mineral carbogas	2	0,00
Água mineral rad. fon	3	0,00
Água potável de mesa	81	0,03
Água termomineral	67	0,03
Águas oligominerais	1	0,00
Águas termais	27	0,01
Alexandrita	32	0,01
Algas calcáreas	5	0,00
Alumínio	753	0,32
Aluvião aurífero	3	0,00

Tabela 1 - Substâncias minerais na base de dados Sigmine/ANM com processos ativos
continuação

Substância	Ocorrências	Percentual (%)
Aluvião estanífero	1	0,00
Amazonita	37	0,02
Ambligonita	1	0,00
Ametista	361	0,15
Amianto	10	0,00
Andaluzita	1	0,00
Andesito	8	0,00
Anfibólio	8	0,00
Anfibolito	10	0,00
Anidrita	3	0,00
Anortosito	3	0,00
Antofilita	1	0,00
Antracito	23	0,01
Apatita	32	0,01
Arcósio	6	0,00
Ardósia	300	0,13
Areia	47525	20,22
Areia aluvionar	7	0,00
Areia comum	15	0,01
Areia de fundição	191	0,08
Areia fluvial	2	0,00
Areia *in natura*	2	0,00
Areia industrial	61	0,03
Areia lavada	3	0,00
Areia para vidro	49	0,02
Areia quartzosa	123	0,05
Arenito	875	0,37
Arenito betuminoso	15	0,01
Argila	14941	6,36
Argila aluminosa	4	0,00
Argila bentonítica	6	0,00
Argila branca	4	0,00
Argila caulínica	16	0,01
Argila comum	9	0,00
Argila ferruginosa	1	0,00
Argila para cerâmica vermelha	38	0,02
Argila refratária	737	0,31
Argila vermelha	35	0,01
Argilito	199	0,08
Arsênico	3	0,00
Arsênio	3	0,00
Atapulgita	24	0,01
Barita	88	0,04

Tabela 1 - Substâncias minerais na base de dados Sigmine/ANM com processos ativos
continuação

Substância	Ocorrências	Percentual (%)
Basalto	3928	1,67
Basalto para brita	49	0,02
Basalto para revestimento	3	0,00
Bauxita	1807	0,77
Bauxita fosforosa	2	0,00
Bentonita	136	0,06
Berílio	653	0,28
Berilo	358	0,15
Biotita granito	1	0,00
Bismuto	13	0,01
Boratos	2	0,00
Brita de granito	5	0,00
Cádmio	14	0,01
Calcário	6490	2,76
Calcário calcítico	467	0,20
Calcário conchífero	21	0,01
Calcário coralíneo	33	0,01
Calcário dolomítico	624	0,27
Calcário industrial	13	0,01
Calcário magnesiano	1	0,00
Calcário para brita	1	0,00
Calcedônia	167	0,07
Calcita	99	0,04
Canga	2	0,00
Carnalita	1	0,00
Carvão	555	0,24
Cascalho	7112	3,03
Cascalho diamantífero	4	0,00
Cascalho silicoso	1	0,00
Cassiterita	4019	1,71
Cataclasito	1	0,00
Caulim	1518	0,65
Caulim argiloso	2	0,00
Caulinita	1	0,00
Cério	2	0,00
Charnoquito	139	0,06
Chumbo	663	0,28
Cianita	40	0,02
Citrino	4	0,00
Cobalto	33	0,01
Cobre	8539	3,63
Columbita	105	0,04
Conchas calcárias	138	0,06

Tabela 1 - Substâncias minerais na base de dados Sigmine/ANM com processos ativos
continuação

Substância	Ocorrências	Percentual (%)
Conglomerado	97	0,04
Cordierita	1	0,00
Coríndon	20	0,01
Crisoberilo	7	0,00
Crisoprásio	1	0,00
Cristal de rocha	4	0,00
Cromita	72	0,03
Cromo	76	0,03
Dacito	7	0,00
Diabásio	692	0,29
Diabásio para brita	28	0,01
Diabásio para revestimento	1	0,00
Diamante	2907	1,24
Diamante industrial	317	0,13
Diatomita	2	0,00
Diatomito	104	0,04
Diopsídio	18	0,01
Diorito	96	0,04
Diorito para brita	1	0,00
Dolomito	341	0,15
Dunito	4	0,00
Enxofre	70	0,03
Esmeralda	560	0,24
Espodumênio	35	0,01
Estanho	676	0,29
Esteatito	173	0,07
Estrôncio	3	0,00
Feldspato	910	0,39
Ferro	12085	5,14
Ferro manganês	3	0,00
Filito	440	0,19
Fluorita	65	0,03
Folhelho	61	0,03
Folhelho argiloso	47	0,02
Folhelho betuminoso	1	0,00
Folhelho pirobetumino	4	0,00
Fonólito	63	0,03
Fosfato	5013	2,13
Fosforita(o)	14	0,01
Gabro	125	0,05
Galena	28	0,01
Gema	42	0,02
Gibbsita	3	0,00

Tabela 1 - Substâncias minerais na base de dados Sigmine/ANM com processos ativos
continuação

Substância	Ocorrências	Percentual (%)
Gipsita	435	0,19
Gipso	28	0,01
Gnaisse	2322	0,99
Gnaisse industrial	5	0,00
Gnaisse ornamental	10	0,00
Gnaisse para brita	11	0,00
Gnaisse para revestimento	2	0,00
Grafita	602	0,26
Granada	45	0,02
Granito	17312	7,37
Granito gnáissico	2	0,00
Granito ornamental	114	0,05
Granito para brita	64	0,03
Granito para revestimento	44	0,02
Granodiorito	55	0,02
Granodiorito industrial	1	0,00
Granodiorito para revestimento	1	0,00
Granulito	162	0,07
Guano	16	0,01
Háfnio	2	0,00
Hematita	15	0,01
Hiddenita	1	0,00
Hidrargilita	19	0,01
Ilmenita	947	0,40
Itabirito	2	0,00
Kinzigito	1	0,00
Kunzita	1	0,00
Laterita	106	0,05
Laterita ferruginosa	1	0,00
Lepidolita	2	0,00
Leucita	2	0,00
Leucofilito	13	0,01
Limonita	2	0,00
Linhito	40	0,02
Lítio	3887	1,65
Magnésio	72	0,03
Magnesita	65	0,03
Magnetita	14	0,01
Manganês	5151	2,19
Mármore	2605	1,11
Mármore dolomítico	1	0,00
Mármore para revestimento	1	0,00

Tabela 1 - Substâncias minerais na base de dados Sigmine/ANM com processos ativos
continuação

Substância	Ocorrências	Percentual (%)
Mercúrio	1	0,00
Metaconglomerado	1	0,00
Mica	13	0,01
Micaxisto	10	0,00
Migmatito	178	0,08
Migmatito industrial	2	0,00
Migmatito ornamental	1	0,00
Migmatito para brita	3	0,00
Molibdênio	36	0,02
Molibdenita	5	0,00
Monazita	26	0,01
Montmorilonita	1	0,00
Monzonito	10	0,00
Morganita	6	0,00
Moscovita	11	0,00
Nefelina	2	0,00
Nefelina sienito	3	0,00
Nióbio	477	0,20
Níquel	1431	0,61
Nitrato de potássio	9	0,00
Ocre	3	0,00
Olivina	1	0,00
Opala	49	0,02
Ouro	38706	16,47
Ouro nativo	3	0,00
Ouro pigmento	1	0,00
Paládio	25	0,01
Pedra calcária	2	0,00
Pedra corada	11	0,00
Pedra ornamental	1	0,00
Pedregulho	2	0,00
Pegmatito	49	0,02
Petalita	6	0,00
Pirita	10	0,00
Pirocloro	2	0,00
Pirofilita	3	0,00
Piroxenito	11	0,00
Platina	142	0,06
Polucita	1	0,00
Prata	67	0,03
Quartzito	6326	2,69
Quartzito friável	1	0,00

Tabela 1 - Substâncias minerais na base de dados Sigmine/ANM com processos ativos
continuação

Substância	Ocorrências	Percentual (%)
Quartzito industrial	34	0,01
Quartzito para revestimento	1	0,00
Quartzito sericítico	7	0,00
Quartzo	3043	1,29
Quartzo industrial	64	0,03
Riólito	76	0,03
Rocha betuminosa	189	0,08
Rocha fosfática	1	0,00
Rocha pirobetuminosa	16	0,01
Rocha potássica	51	0,02
Rubi	1	0,00
Rubídio	5	0,00
Rutilo	193	0,08
Safira	2	0,00
Saibro	7258	3,09
Sais de bromo	1	0,00
Sais de magnésio	2	0,00
Sais de potássio	458	0,19
Sais de sódio	1	0,00
Salgema	99	0,04
Saponito	3	0,00
Sapropelito	120	0,05
Scheelita	64	0,03
Seixo rolado	77	0,03
Serpentinito	40	0,02
Sienito	426	0,18
Sienito industrial	1	0,00
Sienito ornamental	1	0,00
Sieno granito	1	0,00
Sílex	8	0,00
Sílica	4	0,00
Silicatos de níquel	3	0,00
Silício	18	0,01
Siltito	82	0,03
Silvinita	43	0,02
Sodalita	8	0,00
Sodalita sienito	2	0,00
Sulfetos de chumbo	2	0,00
Talco	145	0,06
Tantalita	163	0,07
Tantalita-columbita	1	0,00
Tântalo	484	0,21

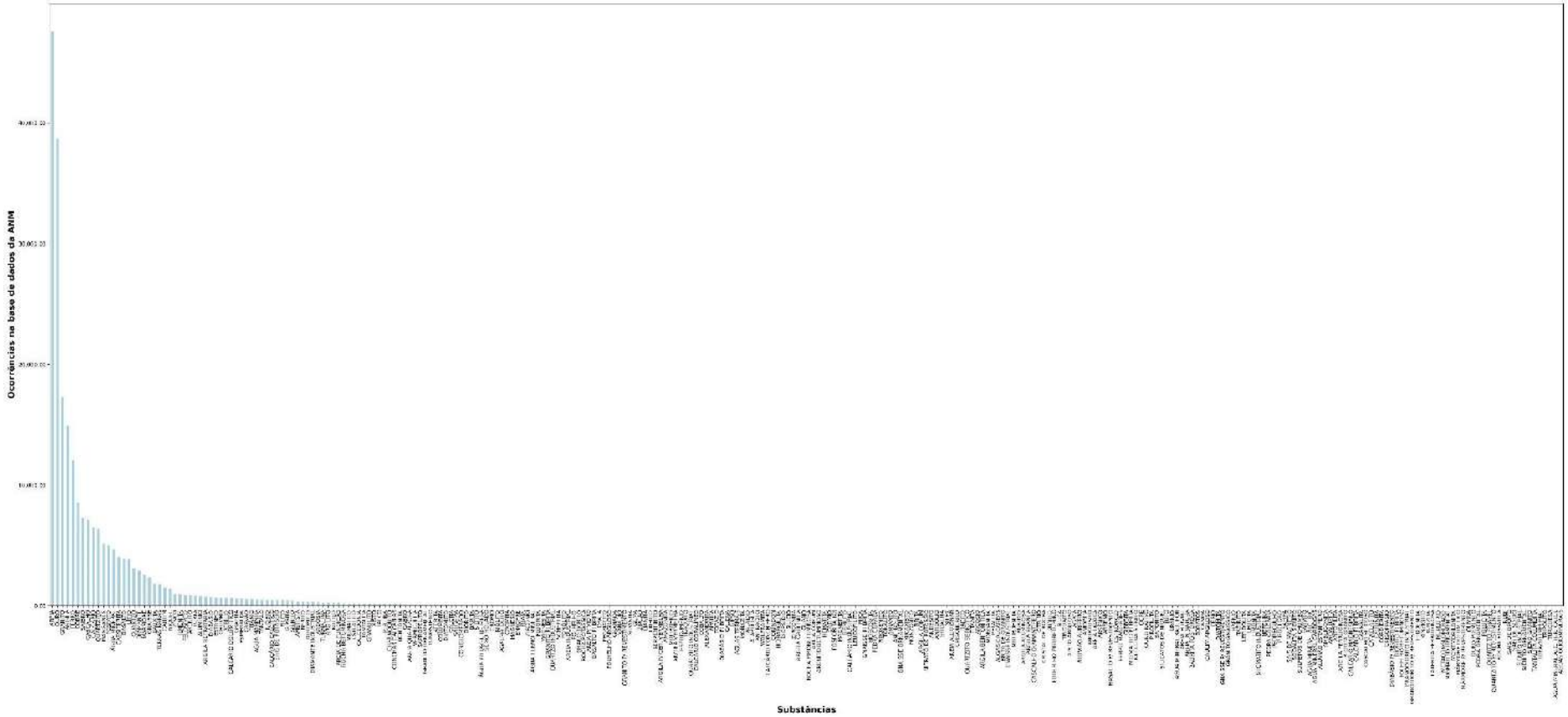
Tabela 1 - Substâncias minerais na base de dados Sigmine/ANM com processos ativos
conclusão

Substância	Ocorrências	Percentual (%)
Terras raras	1717	0,73
Tinguaíto	4	0,00
Titânio	555	0,24
Titanita	7	0,00
Tonalito	11	0,00
Topázio	30	0,01
Topázio-imperial	1	0,00
Traquito	35	0,01
Tripolito	1	0,00
Tufo	3	0,00
Tungstênio	107	0,05
Turfa	802	0,34
Turmalina	203	0,09
Turquesa	1	0,00
Urânio	3	0,00
Vanádio	45	0,02
Varvito	2	0,00
Vermiculita	122	0,05
Wolframita	22	0,01
Xisto	156	0,07
Xisto argiloso	4	0,00
Zinco	976	0,42
Zircão	41	0,02
Zircônio	67	0,03
Zirconita	17	0,01

Fonte: Autoria própria.

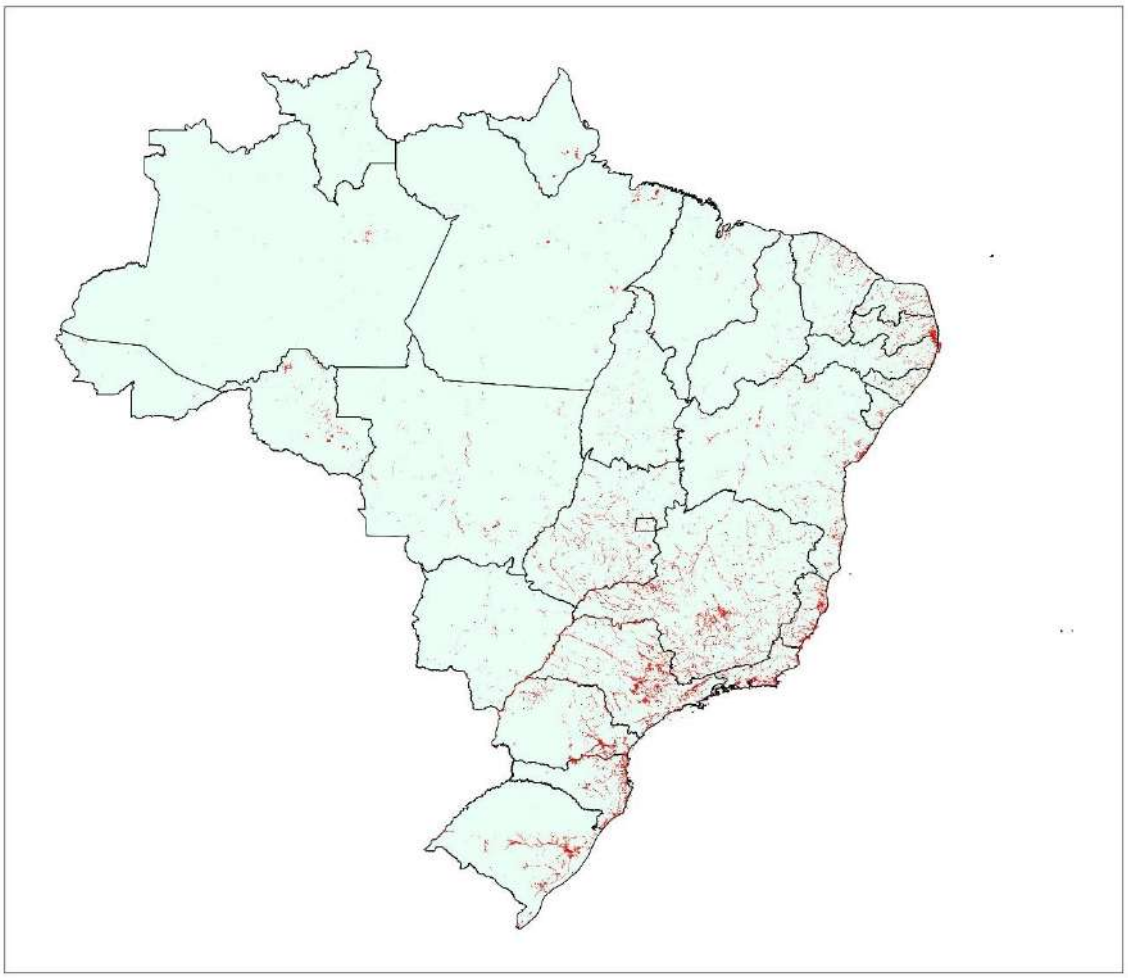


Figura 30 - Quantidade de processos ativos na base de dados Sigmine/ANM por substância mineral



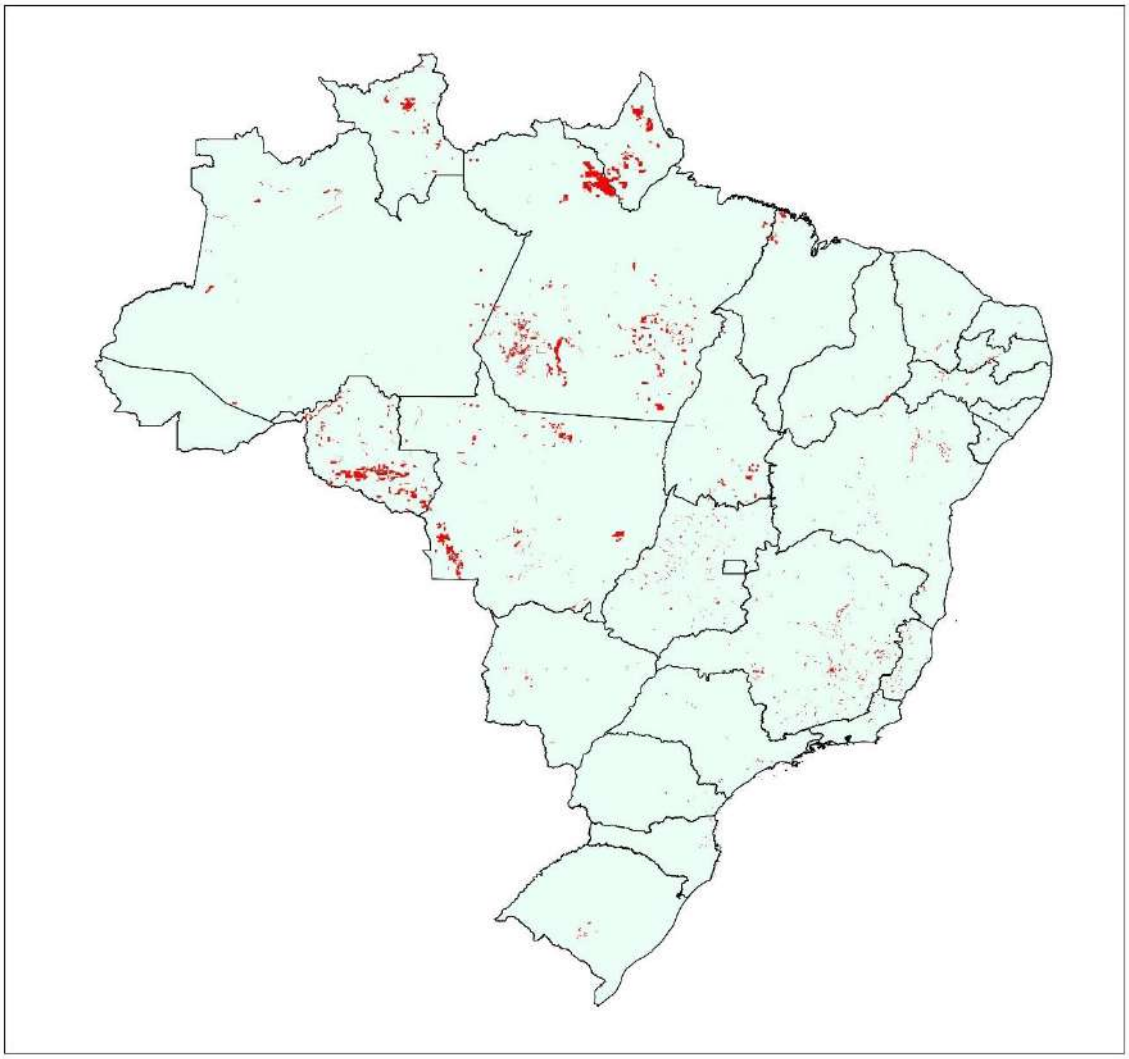
Fonte: Autoria própria.

Figura 31 - Processos ativos na base de dados Sigmine/ANM para areia



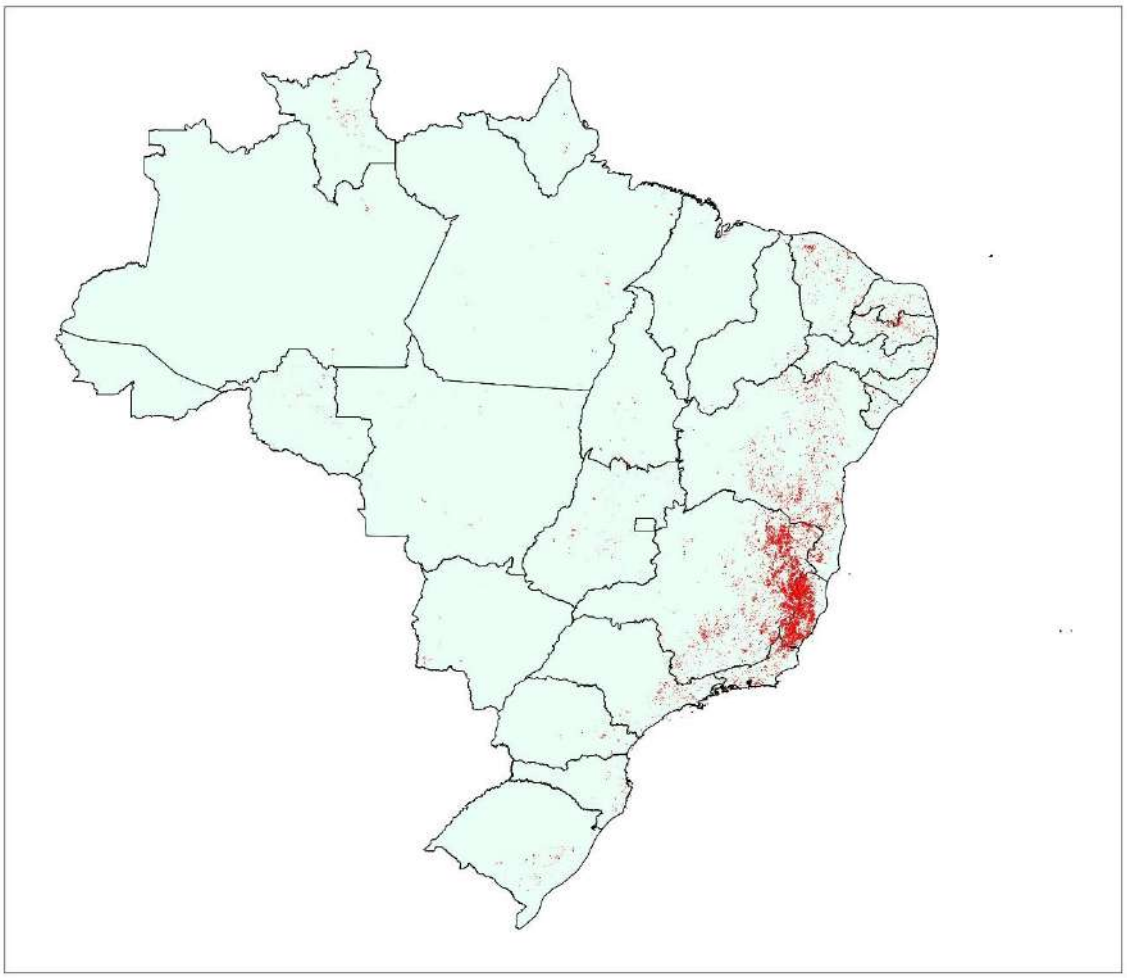
Fonte: Autoria própria.

Figura 32 - Processos ativos na base de dados Sigmine/ANM para ouro



Fonte: Autoria própria.

Figura 33 - Processos ativos na base de dados Sigmine/ANM para granito



Fonte: Autoria própria.

Figura 34 - Processos ativos na base de dados Sigmine/ANM para argila



Fonte: Autoria própria.

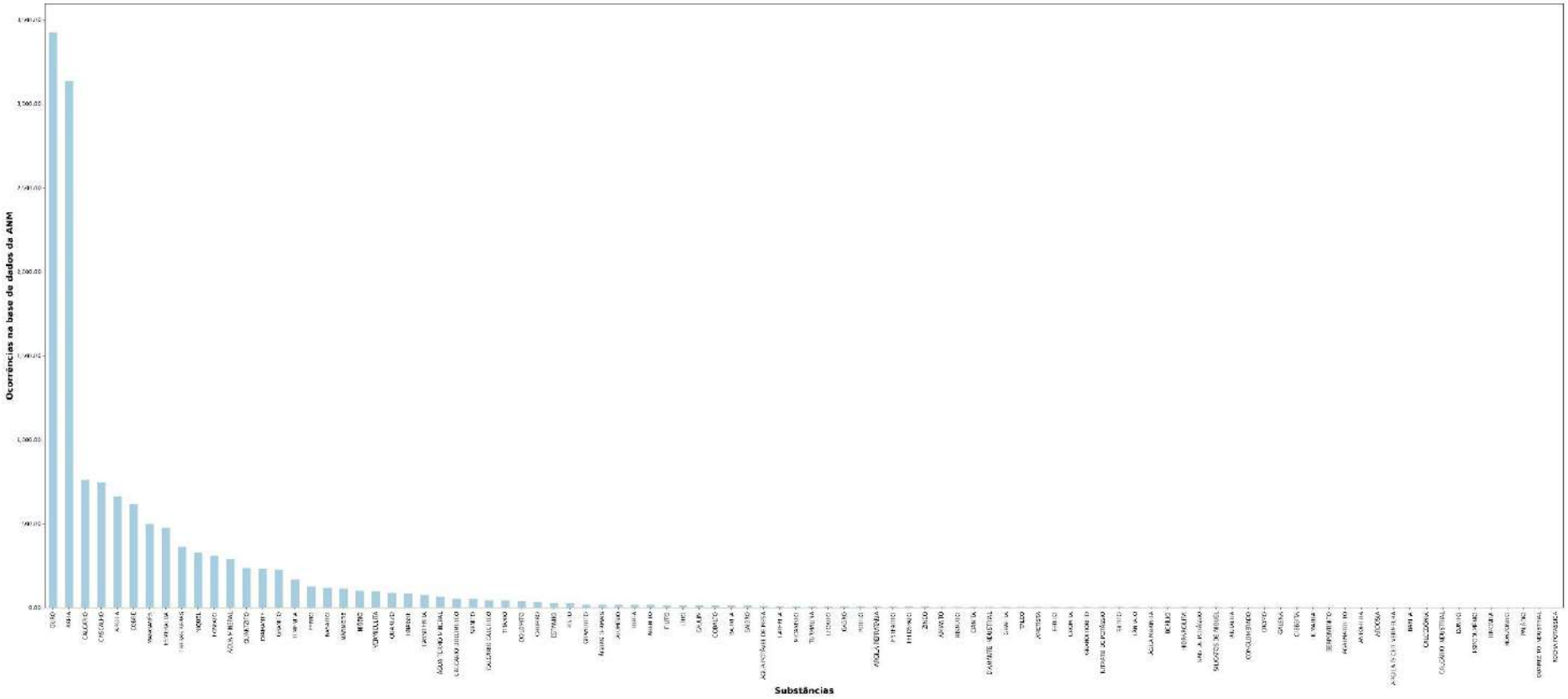
Figura 35 - Processos ativos na base de dados Sigmine/ANM para ferro



Fonte: Autoria própria.

A Figura 36 apresenta a quantidade de processos ativos na base de dados Sigmine/ANM por substância mineral no estado de Goiás. O estado conta com 94 substâncias minerais na base de dados, conforme pode ser visto na Tabela 2. Diferentemente do que acontece no Brasil com um todo, no estado de Goiás, a substância com maior número de processos é o ouro, com 3.425 processos (24,44%), seguido pela areia (3.133, ou 22,36%), calcário (759, ou 5,42%), cascalho (748, ou 5,34%), argila (658, ou 4,70%) e cobre (616, ou 4,40%). Nota-se que 37 substâncias têm cinco ou menos processos associados a elas. O panorama produtivo das demais UFs brasileiras é apresentado na Figura 37.

Figura 36 - Quantidade de processos ativos na base de dados Sigmine/ANM por substância mineral no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

Tabela 2 - Substâncias minerais cadastradas na base de dados Sigmine/ANM com processos ativos no estado de Goiás

continua

Substância	Ocorrências	Percentual (%)
Ouro	3425	24,44
Areia	3133	22,36
Calcário	759	5,42
Cascalho	748	5,34
Argila	658	4,70
Cobre	616	4,40
Manganês	499	3,56
Esmeralda	477	3,40
Terras raras	360	2,57
Níquel	329	2,35
Fosfato	308	2,20
Água mineral	288	2,06
Quartzito	236	1,68
Diamante	231	1,65
Granito	227	1,62
Ilmenita	166	1,18
Ferro	126	0,90
Basalto	120	0,86
Mármore	115	0,82
Nióbio	102	0,73
Vermiculita	95	0,68
Quartzo	88	0,63
Gnaisse	84	0,60
Cassiterita	75	0,54
Água termomineral	67	0,48
Calcário dolomítico	52	0,37
Sienito	51	0,36
Calcário calcítico	44	0,31
Titânio	44	0,31
Dolomito	38	0,27
Chumbo	36	0,26
Estanho	27	0,19
Xisto	26	0,19
Granulito	18	0,13
Águas termais	18	0,13
Alumínio	17	0,12
Turfa	17	0,12
Arenito	16	0,11
Filito	15	0,11
Lítio	15	0,11
Caulim	14	0,10
Cobalto	14	0,10

Tabela 2 - Substâncias minerais cadastradas na base de dados Sigmine/ANM com processos ativos no estado de Goiás

continuação

Substância	Ocorrências	Percentual (%)
Bauxita	12	0,09
Saibro	12	0,09
Água potável de mesa	11	0,08
Laterita	9	0,06
Micaxisto	9	0,06
Turmalina	9	0,06
Diorito	8	0,06
Gabro	8	0,06
Rutilo	8	0,06
Argila refratária	7	0,05
Esteatito	7	0,05
Feldspato	7	0,05
Zinco	7	0,05
Amianto	6	0,04
Bismuto	6	0,04
Cianita	5	0,04
Diamante industrial	5	0,04
Grafita	5	0,04
Talco	5	0,04
Ametista	4	0,03
Berilo	4	0,03
Cromita	4	0,03
Granodiorito	4	0,03
Nitrato de potássio	4	0,03
Siltito	4	0,03
Tântalo	4	0,03
Água-marinha	4	0,03
Berílio	3	0,02
Hidrargilita	3	0,02
Sais de potássio	3	0,02
Silicatos de níquel	3	0,02
Tantalita	3	0,02
Conglomerado	2	0,01
Cromo	2	0,01
Galena	2	0,01
Gibbsita	2	0,01
Hematita	2	0,01
Serpentinito	2	0,01
Agalmatolito	1	0,01
Antofilita	1	0,01
Ardósia	1	0,01
Argila para cerâmica vermelha	1	0,01

Tabela 2 - Substâncias minerais cadastradas na base de dados Sigmine/ANM com processos ativos no estado de Goiás

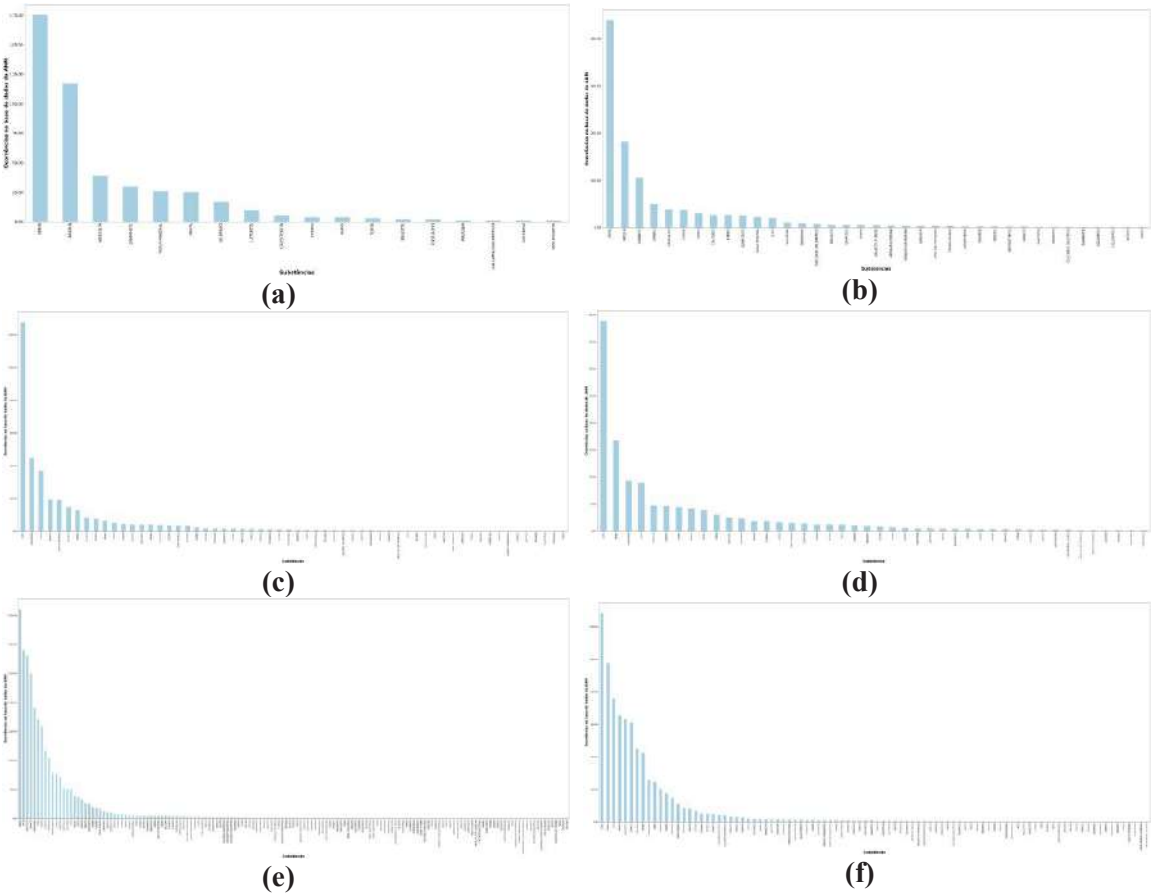
conclusão

Substância	Ocorrências	Percentual (%)
Barita	1	0,01
Calcedônia	1	0,01
Calcário industrial	1	0,01
Dunito	1	0,01
Espodumênio	1	0,01
Limonita	1	0,01
Monzonito	1	0,01
Paládio	1	0,01
Quartzito industrial	1	0,01
Rocha potássica	1	0,01

Fonte: Autoria própria.

Figura 37 - Quantidade de processos ativos na base de dados Sigmine/ANM por substância mineral

continua

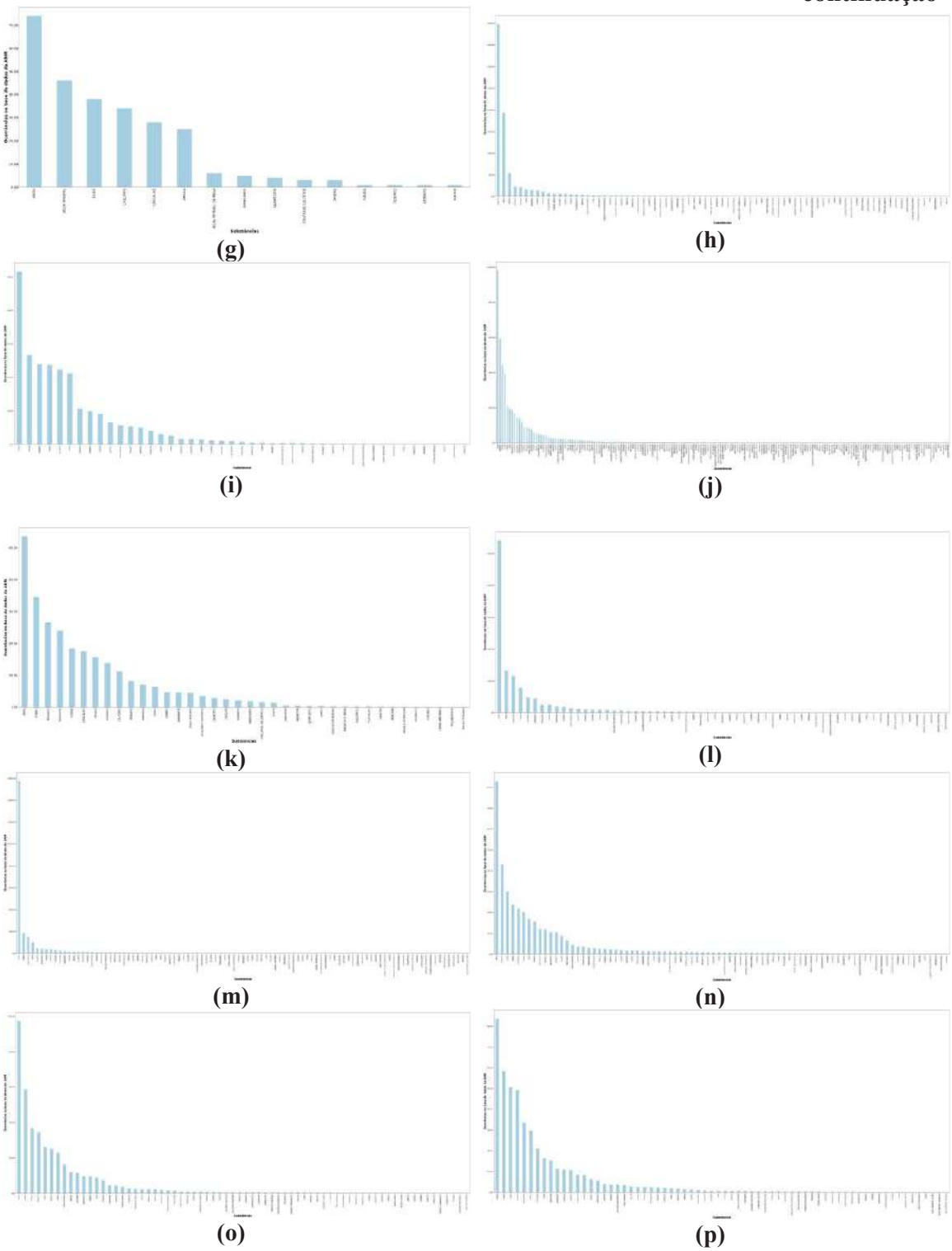


(a) **(b)** **(c)** **(d)** **(e)** **(f)**

Legenda: (a) AC, (b) AL, (c) AM, (d) AP, (e) BA e (f) CE.

Figura 37- Evolução anual dos processos minerários ativos por UF

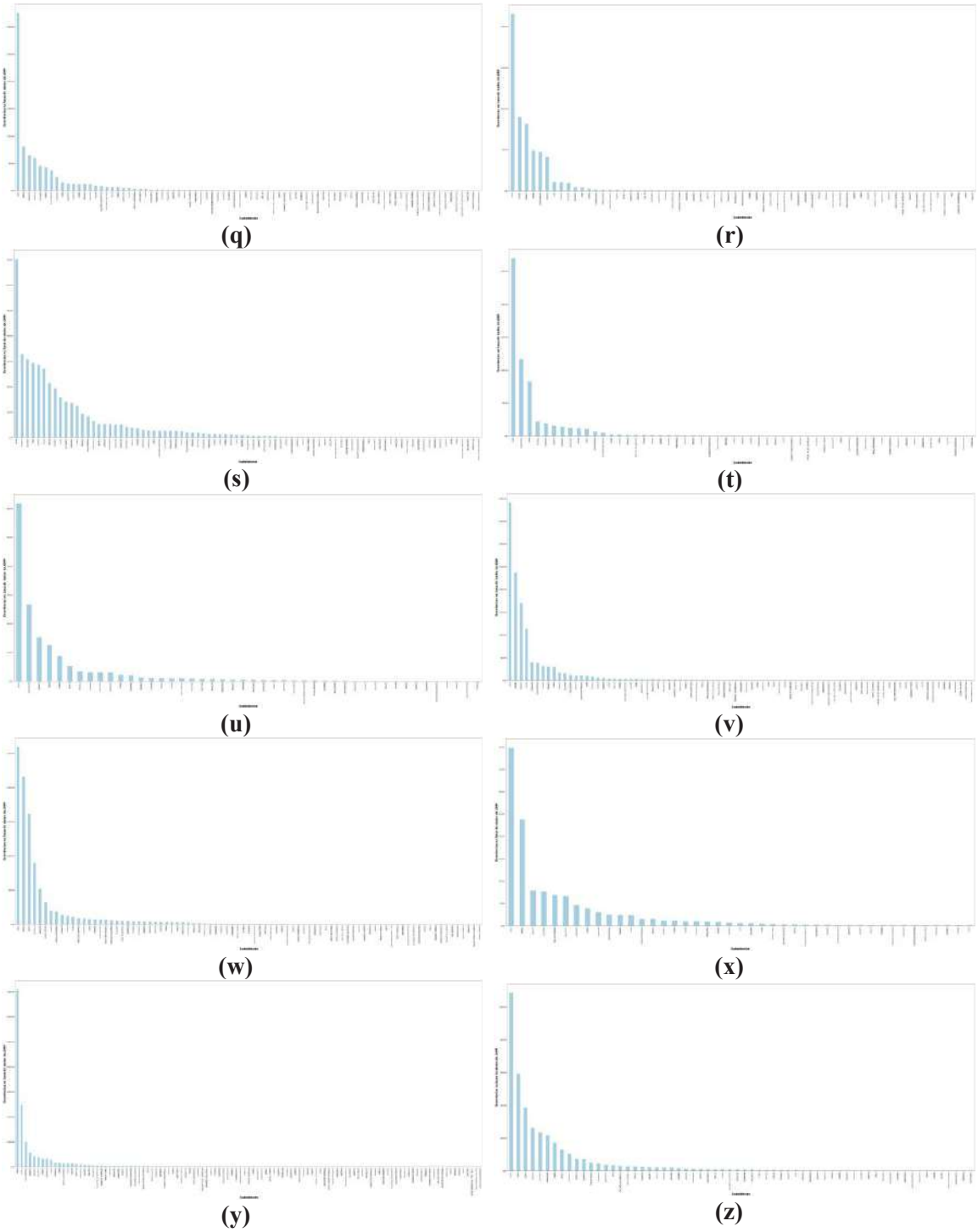
continuação



Legenda: (g) DF, (h) ES, (i) MA, (j) MG, (k) MS, (l) MT, (m) PA, (n) PB, (o) PE e (p) PI.

Figura 37 - Evolução anual dos processos minerários ativos por UF

conclusão



(q) **(r)**

(s) **(t)**

(u) **(v)**

(w) **(x)**

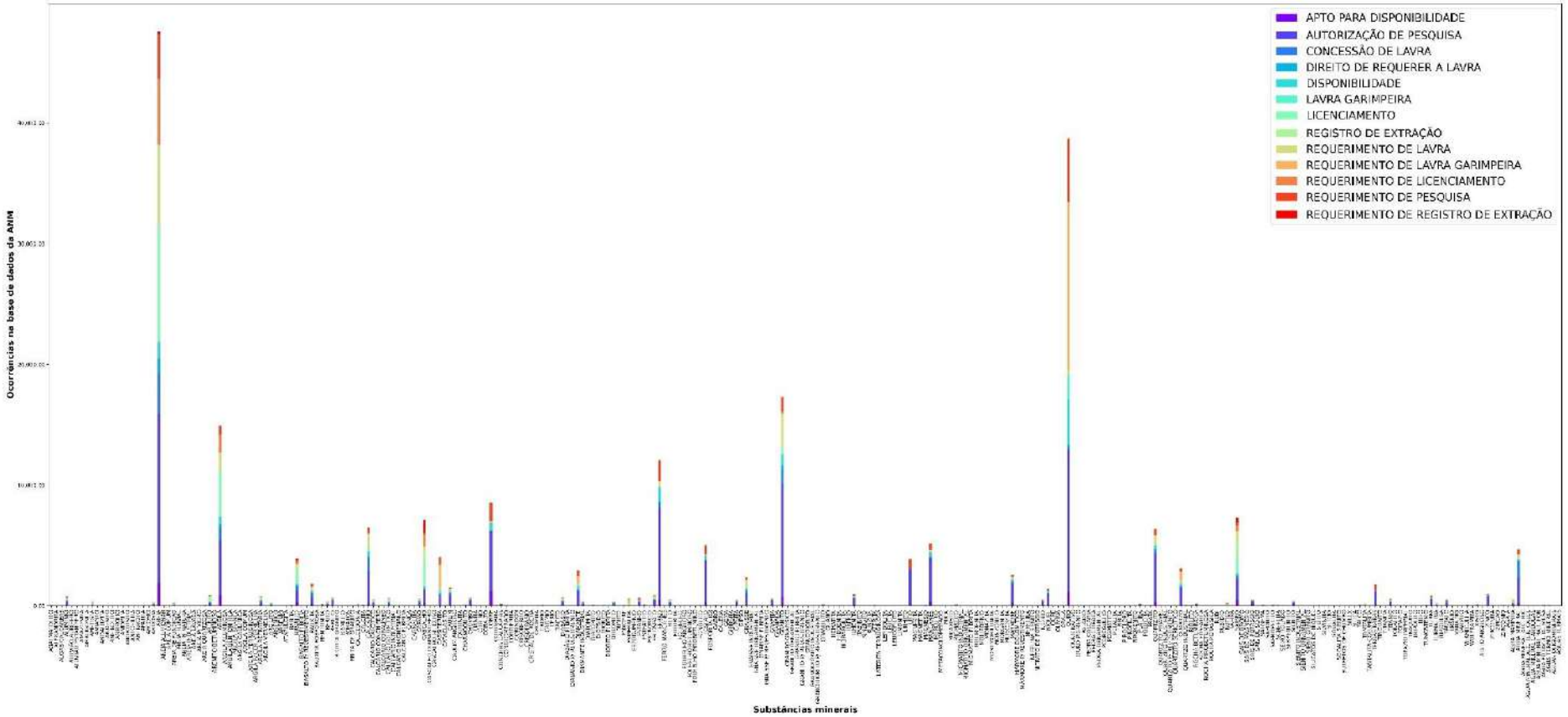
(y) **(z)**

Fonte: Autoria própria.

Legenda: (q) PR, (r) RJ, (s) RN, (t) RO, (u) RR, (v) RS, (w) SC, (x) SE, (y) SP, (z) TO e (ze) Zona Econômica Exclusiva (ZE).

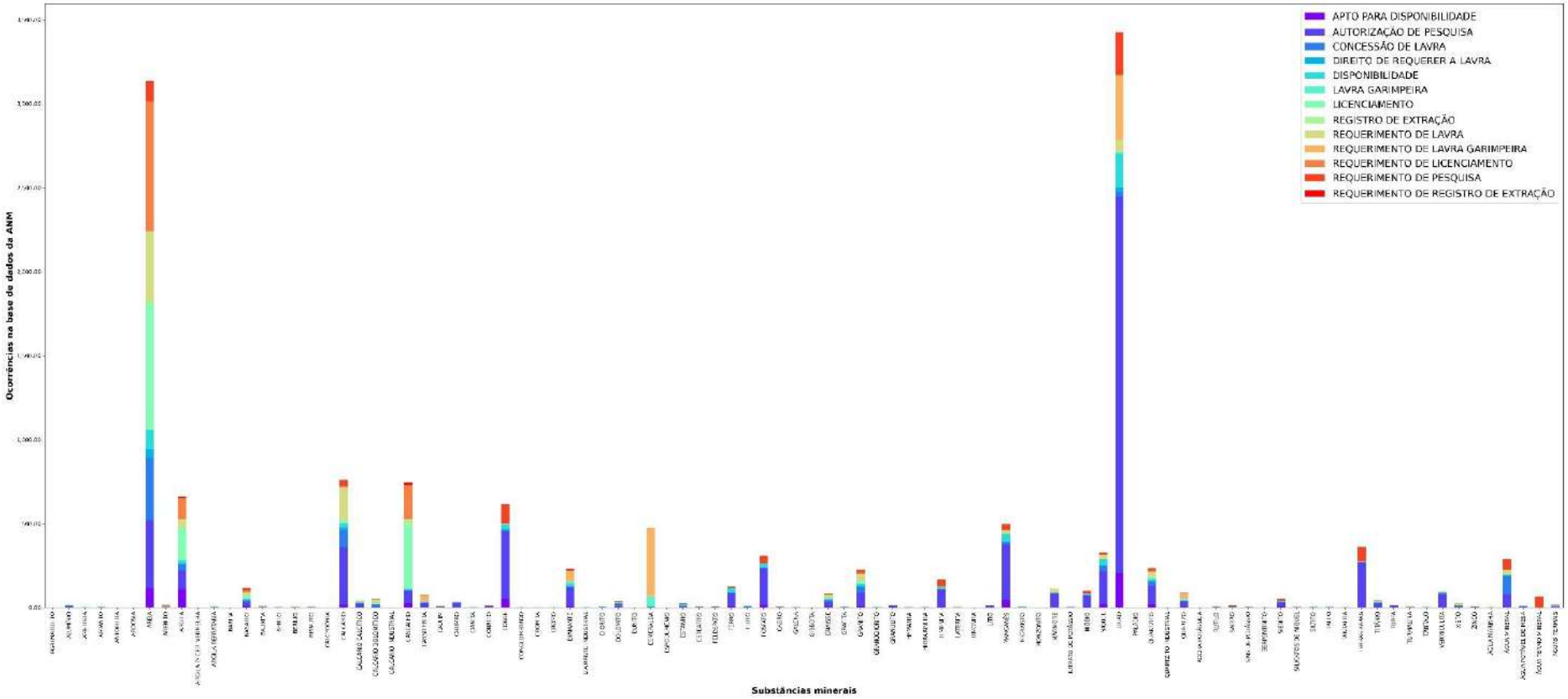
As Figuras 38 e 39 apresentam as ocorrências das substâncias salientando as fases em que estas se encontram nos processos ativos presentes na base Sigmine/ANM para o Brasil e para Goiás respectivamente. É possível notar que, com exceção da areia e da esmeralda, a maioria das substâncias tem grande parte de seus projetos em estágios iniciais de maturação (*greenfield*). Tais indicadores serão apresentados nos próximos capítulos em detalhes. A Figura 40 apresenta as ocorrências das substâncias, salientando as fases em que se encontram para as demais UFs brasileiras.

Figura 38 - Substâncias e suas fases nos processos ativos presentes na base Sigmine/ANM



Fonte: Autoria própria.

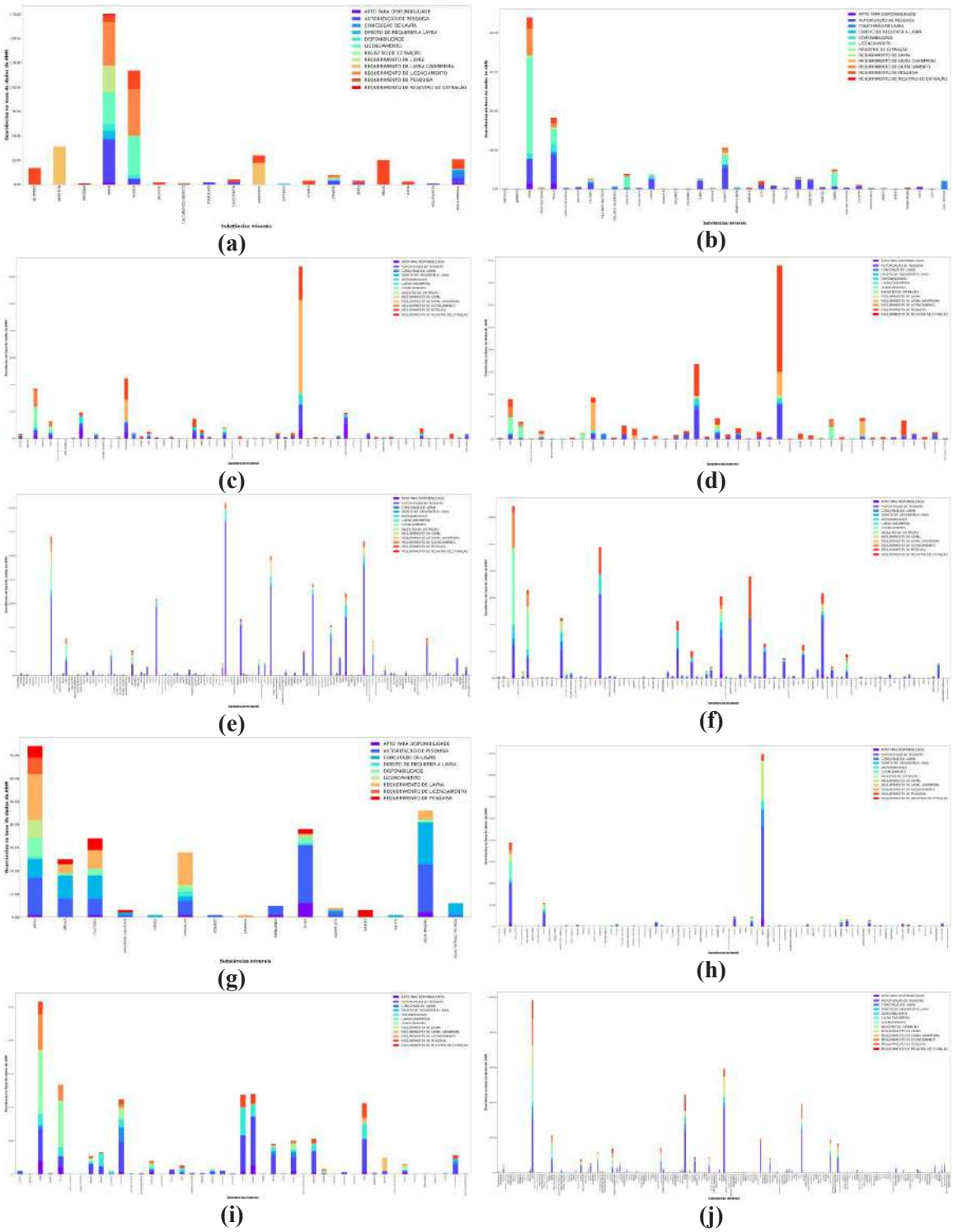
Figura 39 - Substâncias e suas fases nos processos ativos presentes na base Sigmine/ANM para o estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

Figura 40 - Substâncias e suas fases nos processos ativos presentes na base Sigmine/ANM por UF

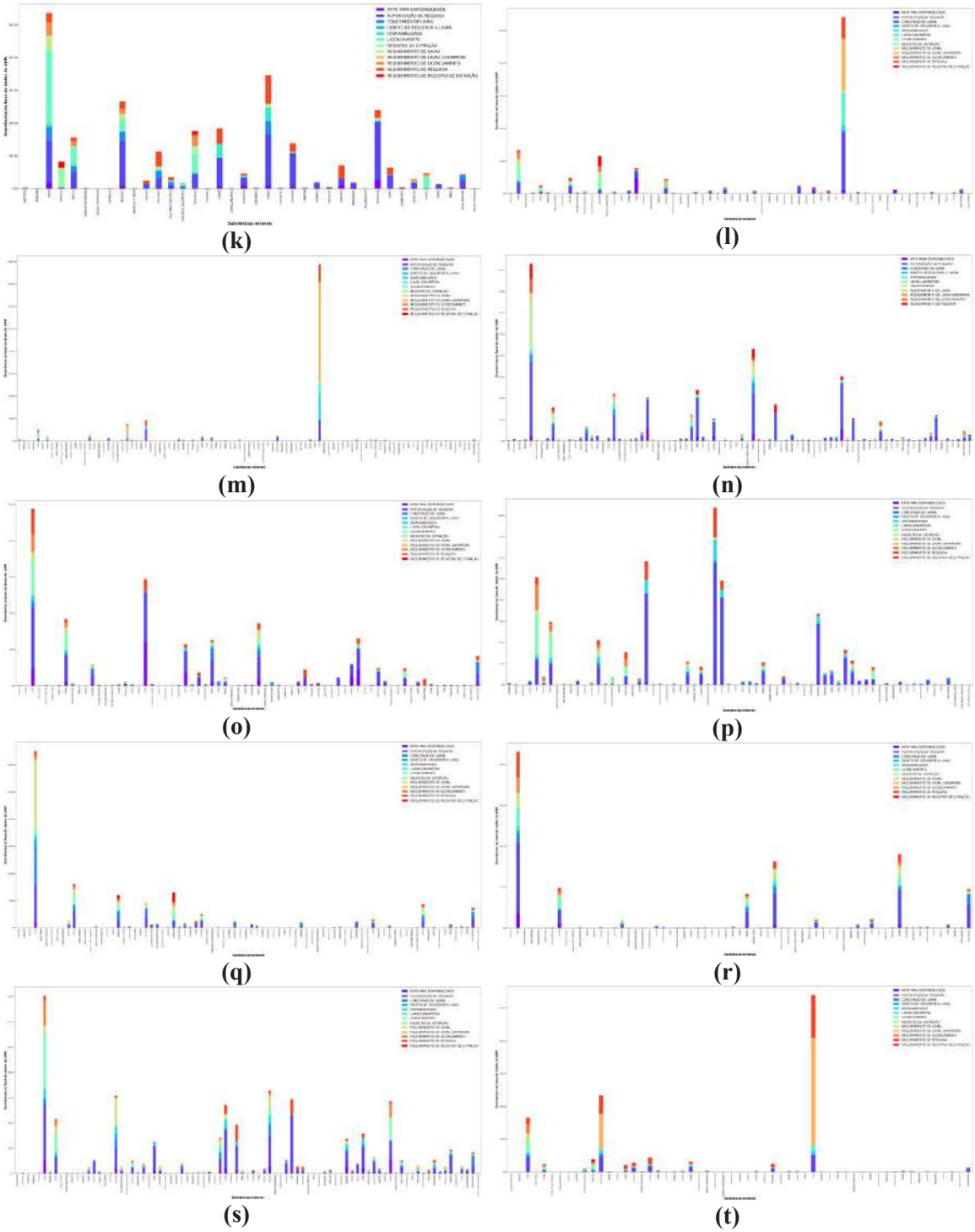
continua



Legenda: (a) AC, (b) AL, (c) AM, (d) AP, (e) BA, (f) CE, (g) DF, (h) ES, (i) MA e (j) MG.

Figura 40 - Evolução anual dos processos minerários ativos por UF

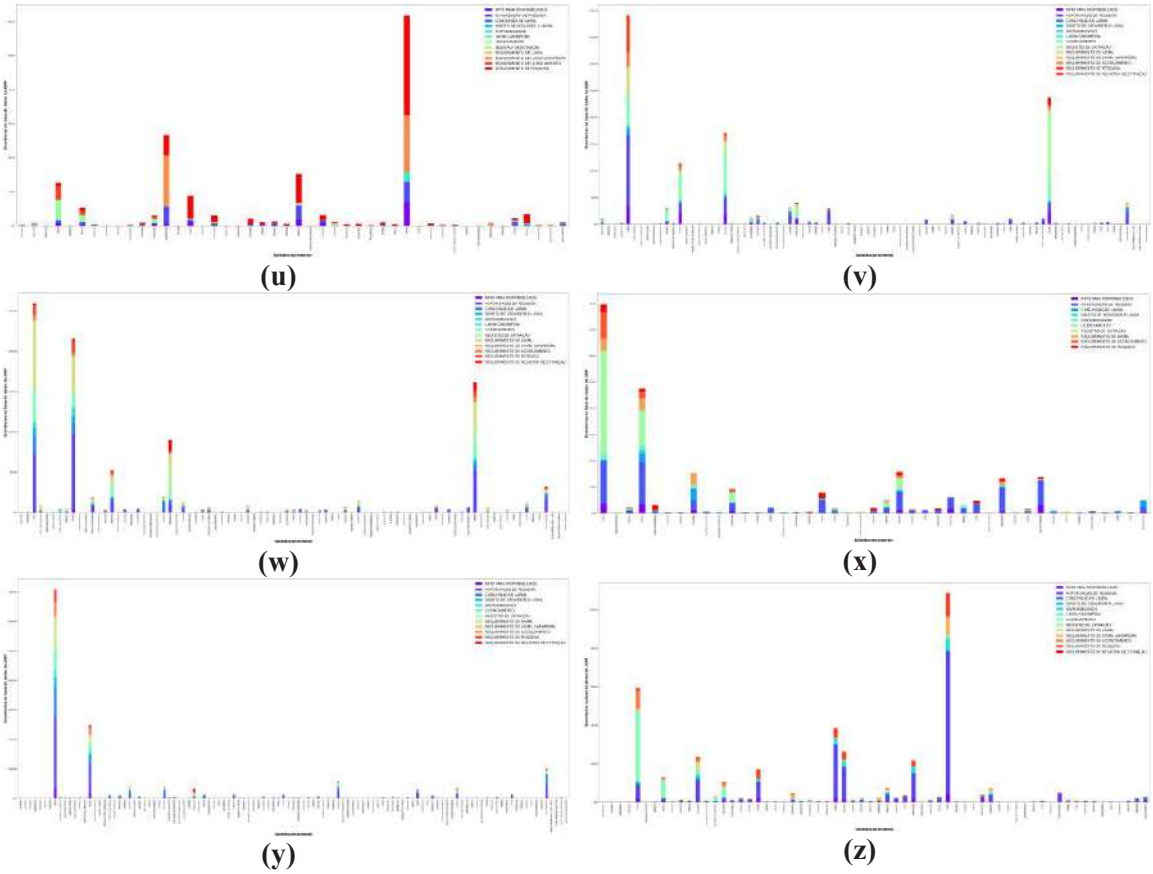
continua



Legenda: (k) MS, (l) MT, (m) PA, (n) PB, (o) PE, (p) PI, (q) PR, (r) RJ, (s) RN e (t) RO.

Figura 40 - Evolução anual dos processos minerários ativos por U

conclusão



(u) **(v)**

(w) **(x)**

(y) **(z)**

Fonte: Autoria própria.
Legenda: (u) RR, (v) RS, (w) SC, (x) SE, (y) SP, (z) TO.

5 PROCESSOS MINERÁRIOS POR USO DA SUBSTÂNCIA MINERAL

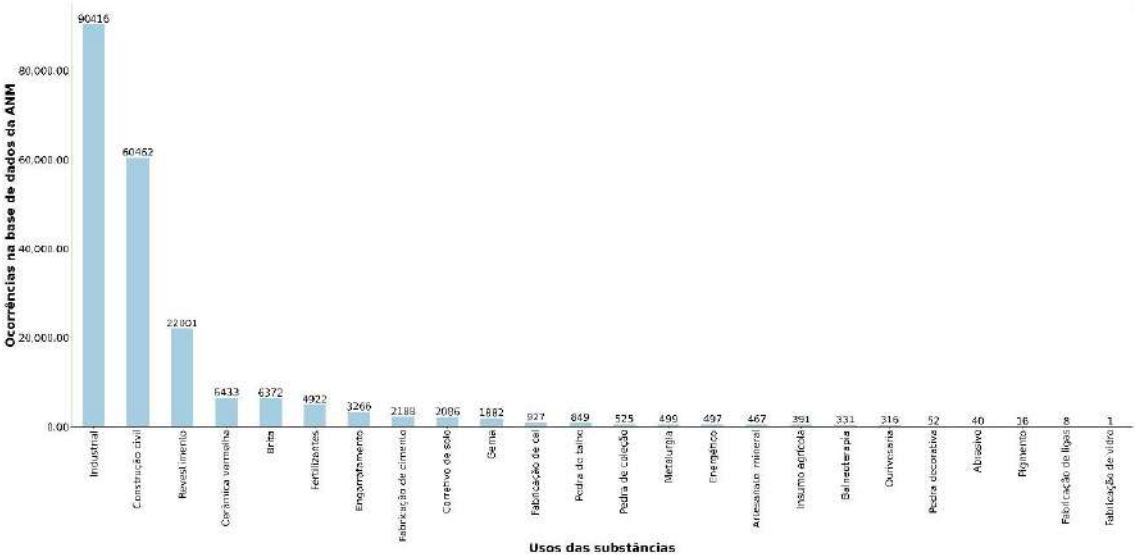
A base de dados Sigmine/ANM diferencia as substâncias minerais de acordo com o seu uso. Dessa forma, em 15/04/2024, a plataforma contava com 24 possíveis usos para as substâncias minerais, como pode ser visto na Tabela 3. O uso mais importante em número de ocorrências de processos é o uso industrial, com 90.416 processos (44,12%), seguido da construção civil (60.462, ou 29,50%), revestimento (22.001, 10,73%), cerâmica vermelha (6.433, ou 3,14%) e brita (6.372, ou 3,11%). Nota-se que, dentre os cinco principais usos das substâncias minerais, com exceção do uso industrial, todos os demais estão ligados à construção civil e somados equivalem a 46,48% dos processos minerários cadastrados na plataforma Sigmine/ANM (vide Figuras 41 e 42).

Tabela 3 - Usos das substâncias minerais segundo processos ativos no Sigmine/ANM

Usos das substâncias	Ocorrências	Percentual (%)
Industrial	90416	44,12
Construção civil	60462	29,50
Revestimento	22001	10,73
Cerâmica vermelha	6433	3,14
Brita	6372	3,11
Fertilizantes	4922	2,40
Engarrafamento	3266	1,59
Fabricação de cimento	2188	1,07
Corretivo de solo	2086	1,02
Gema	1882	0,92
Fabricação de cal	927	0,45
Pedra de talhe	849	0,41
Pedra de coleção	525	0,26
Metalurgia	499	0,24
Energético	497	0,24
Artesanato mineral	467	0,23
Insumo agrícola	391	0,19
Balneoterapia	331	0,16
Ourivesaria	316	0,15
Pedra decorativa	52	0,03
Abrasivo	40	0,02
Pigmento	16	0,01
Fabricação de ligas	8	0,00
Fabricação de vidro	1	0,00

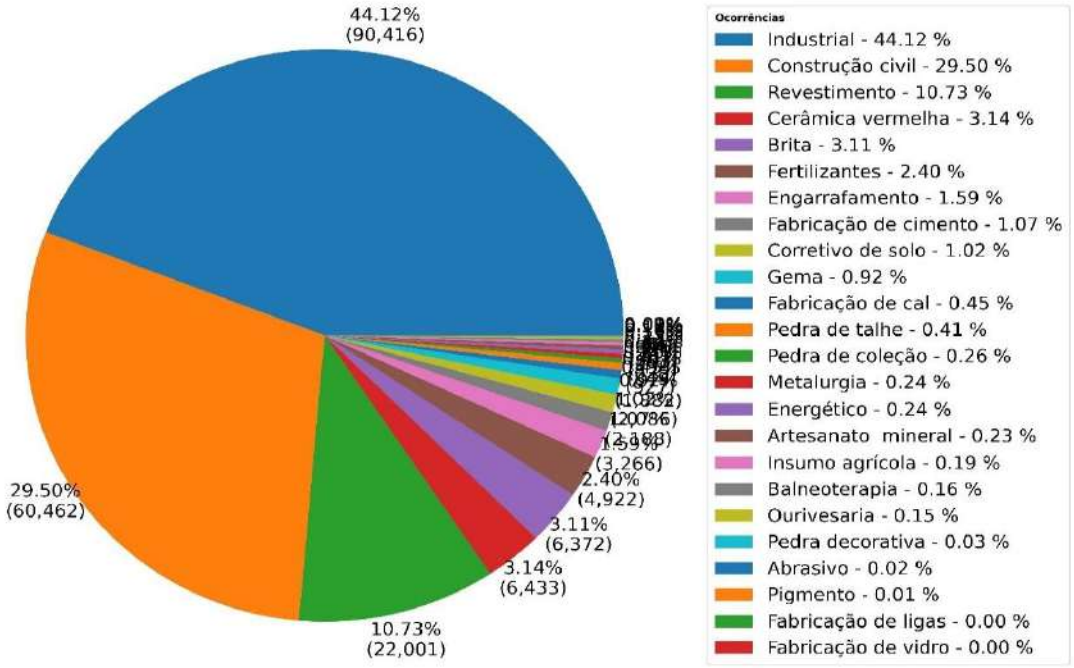
Fonte: Autoria própria.

Figura 41 - Quantidade de processos ativos na base de dados Sigmine/ANM por uso da substância



Fonte: Autoria própria.

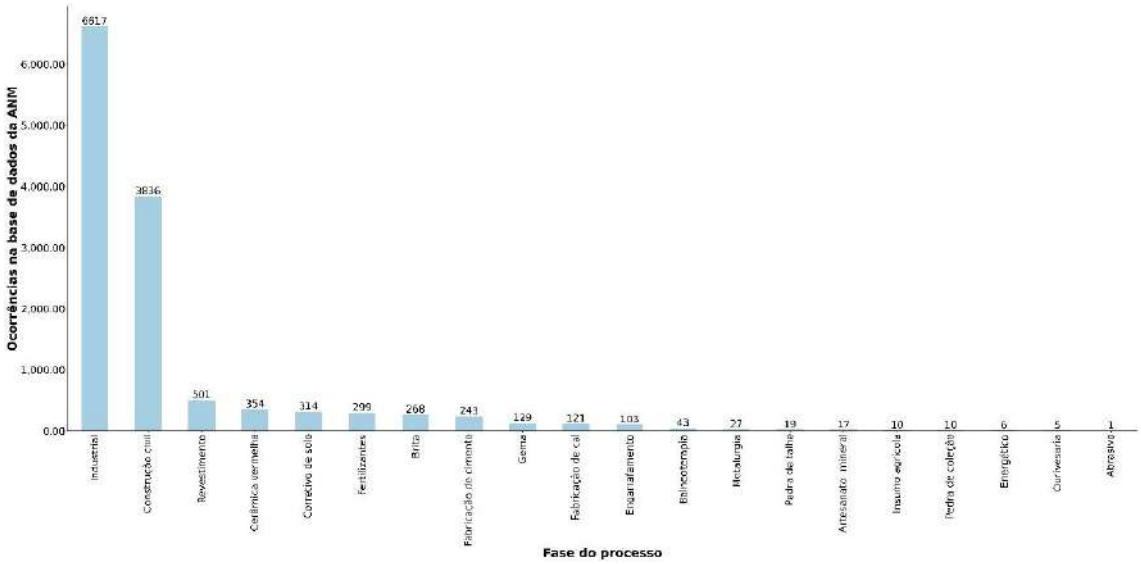
Figura 42 - Distribuição dos processos ativos por uso da substância



Fonte: Autoria própria.

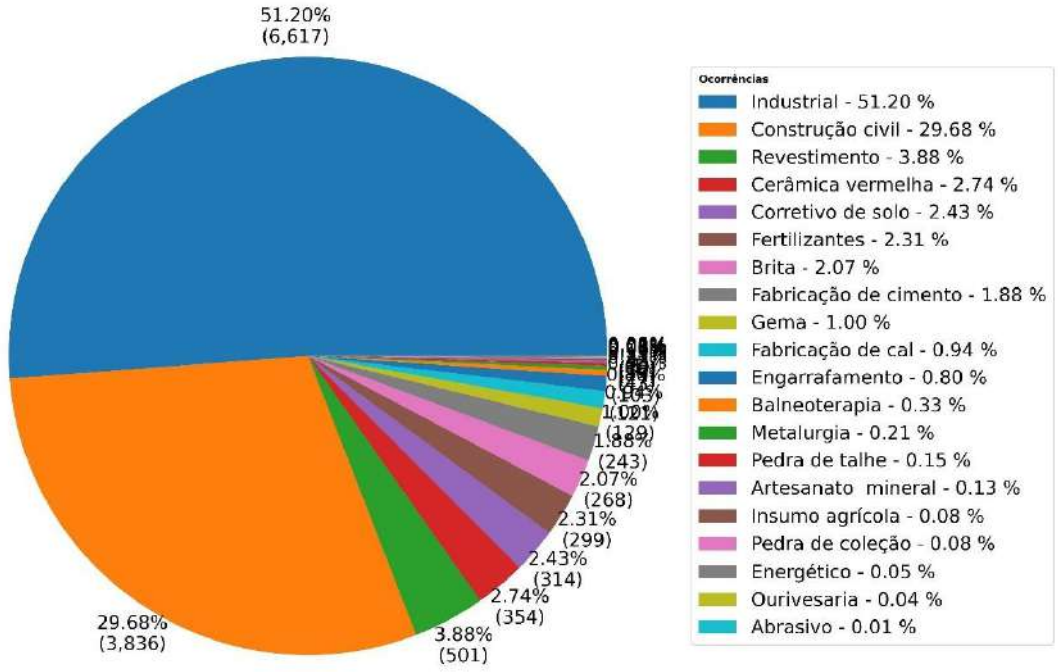
O uso das substâncias minerais no estado de Goiás pode ser visto nas Figuras 43 e 44. A Figura 45 apresenta o panorama das demais UFs brasileiras.

Figura 43 - Quantidade de processos ativos na base de dados Sigmine/ANM por uso da substância no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

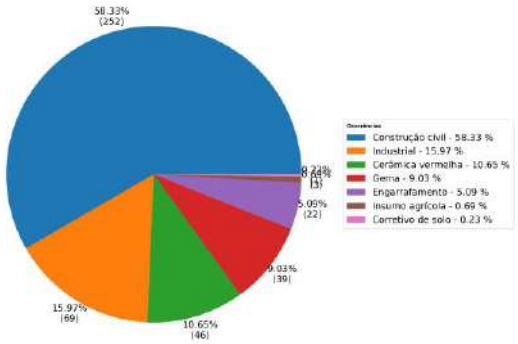
Figura 44 - Distribuição dos processos ativos por uso da substância no estado de Goiás



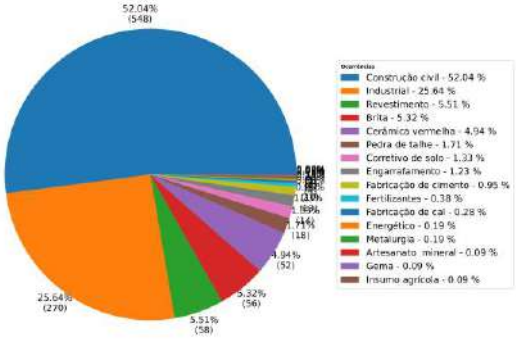
Fonte: Autoria própria.

Figura 45 - Distribuição dos usos das substâncias por UF

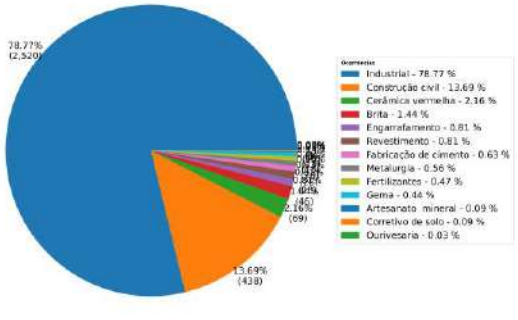
continuação



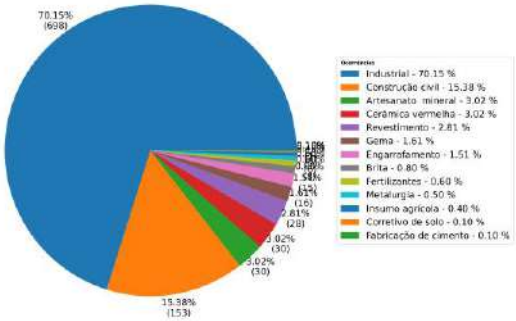
(a)



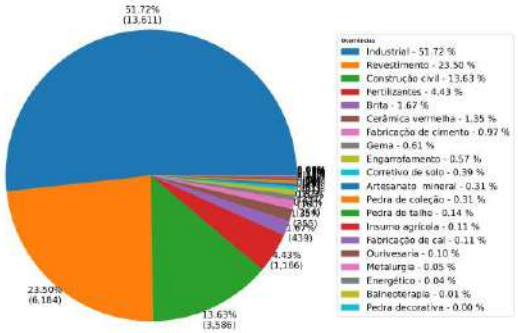
(b)



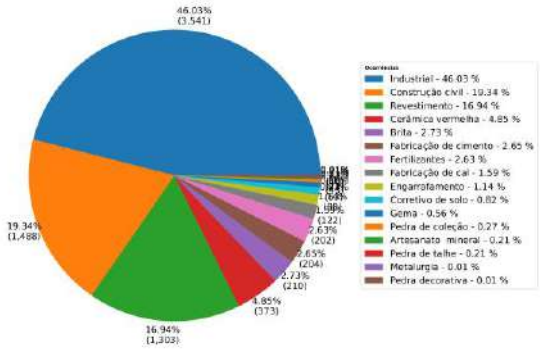
(c)



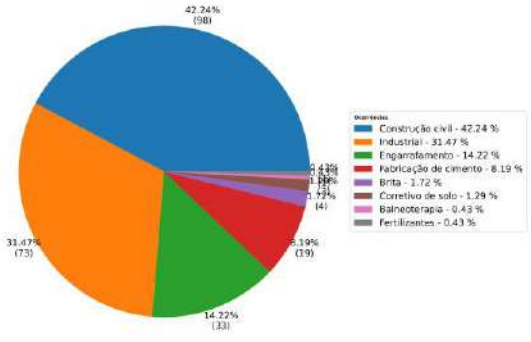
(d)



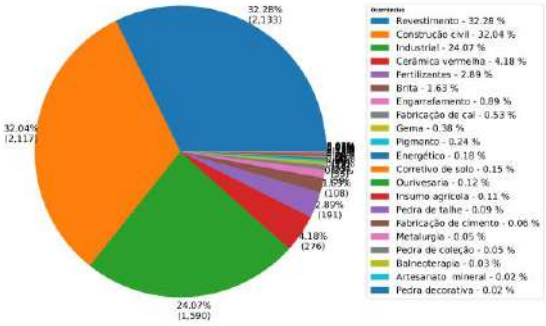
(e)



(f)



(g)

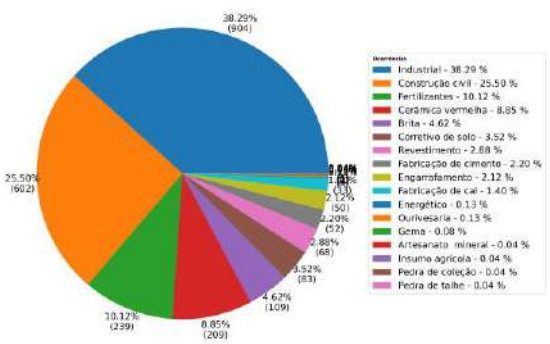


(h)

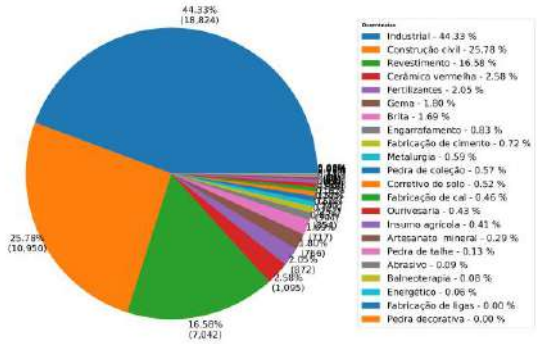
Legenda: (a) AC, (b) AL, (c) AM, (d) AP, (e) BA, (f) CE, (g) DF e (h) ES

Figura 45 - Distribuição dos processos minerários por UF

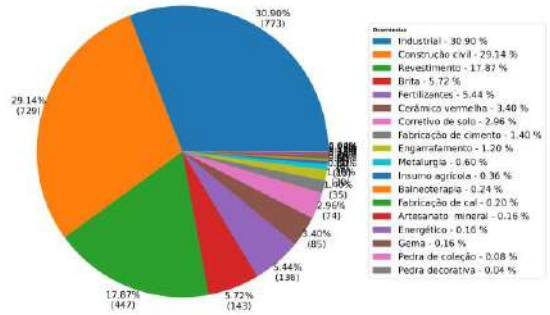
continua



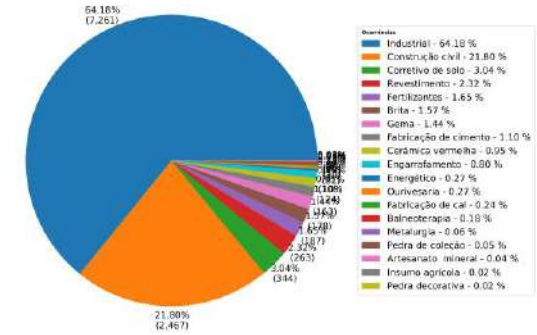
(i)



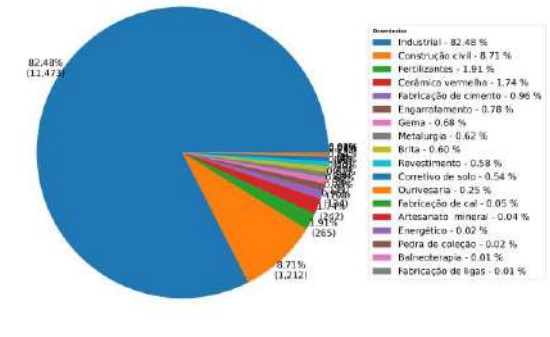
(j)



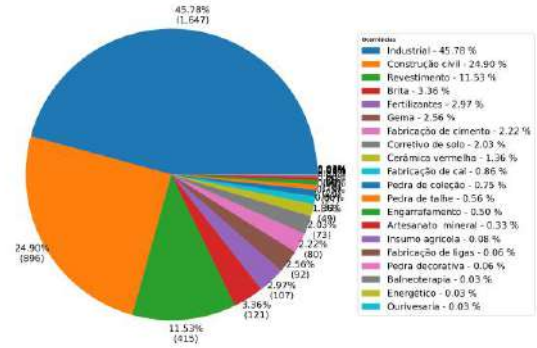
(k)



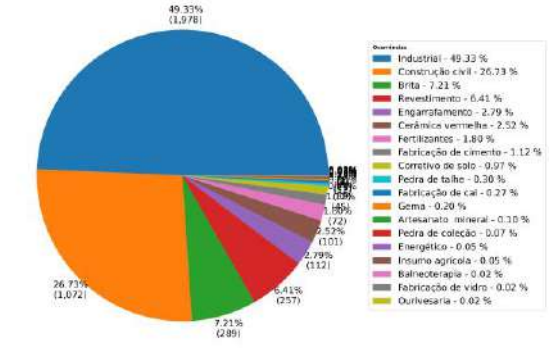
(l)



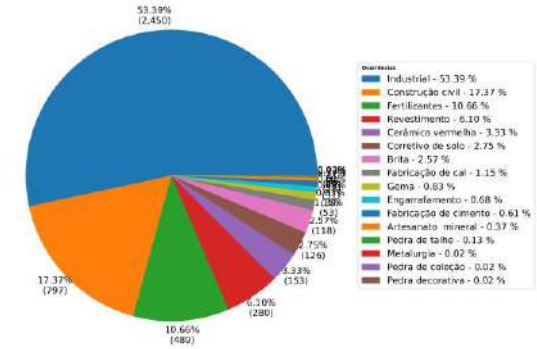
(m)



(n)



(o)

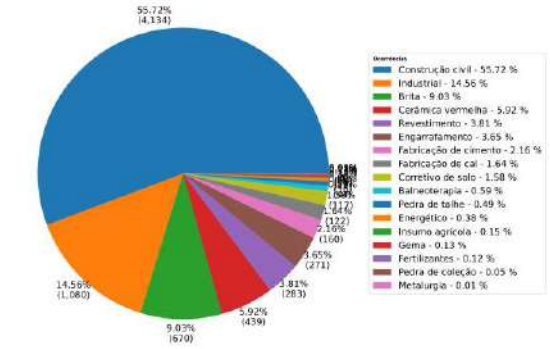


(p)

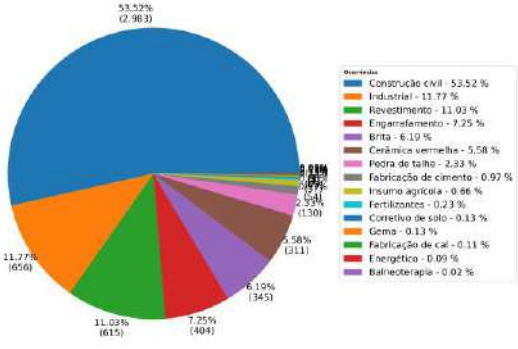
Legenda: (i) MA, (j) MG, (k) MS, (l) MT, (m) PA, (n) PB, (o) PE e (p) PI.

Figura 45 - Distribuição dos processos minerários por UF

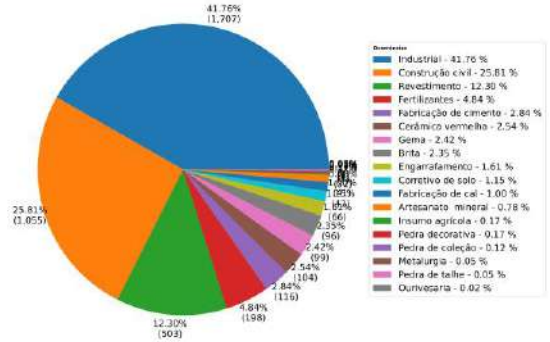
continua



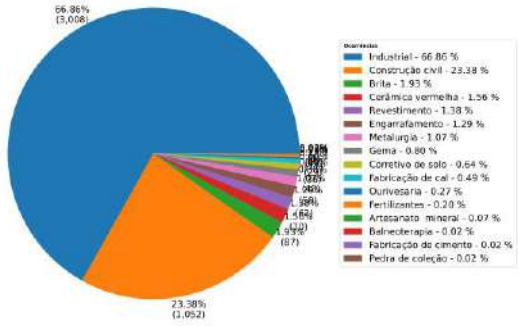
(q)



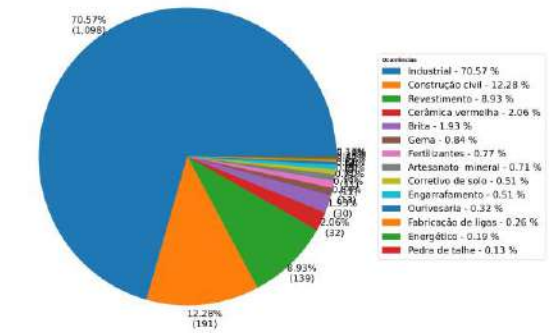
(r)



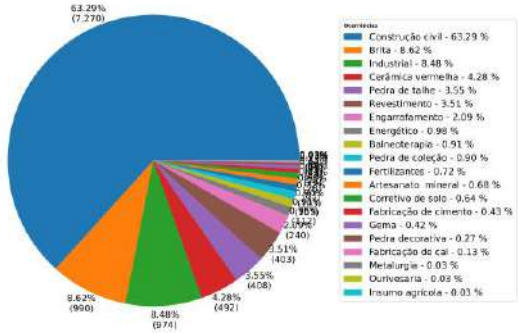
(s)



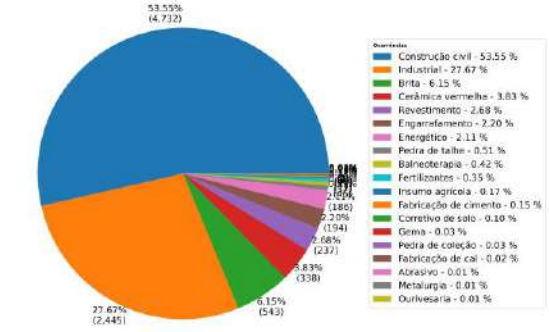
(t)



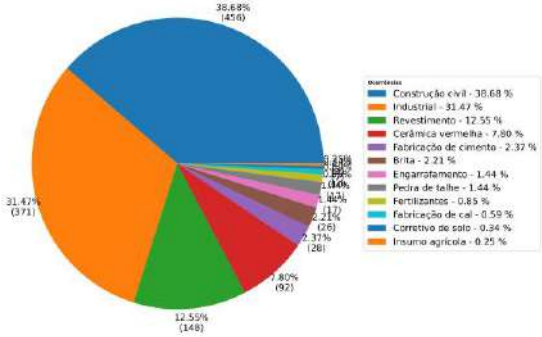
(u)



(v)



(w)

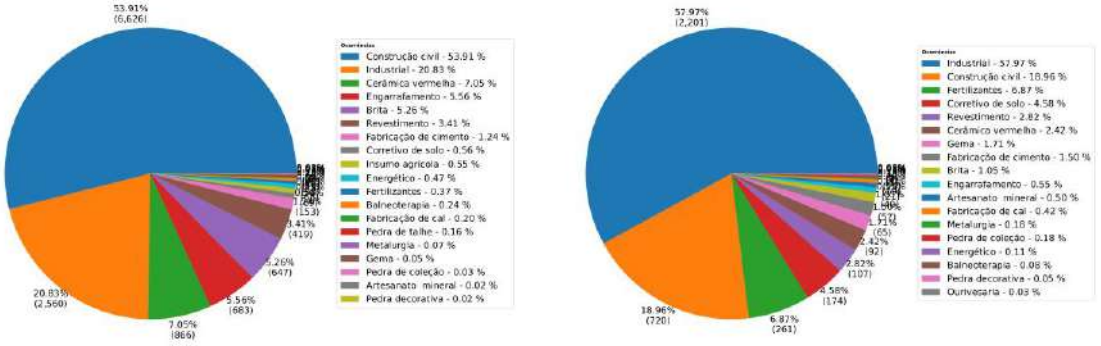


(x)

Legenda: (q) PR, (r) RJ, (s) RN, (t) RO, (u) RR, (v) RS, (w) SC e (x) SE.

Figura 45 - Distribuição dos processos minerários por UF

conclusão



(y) **(z)**

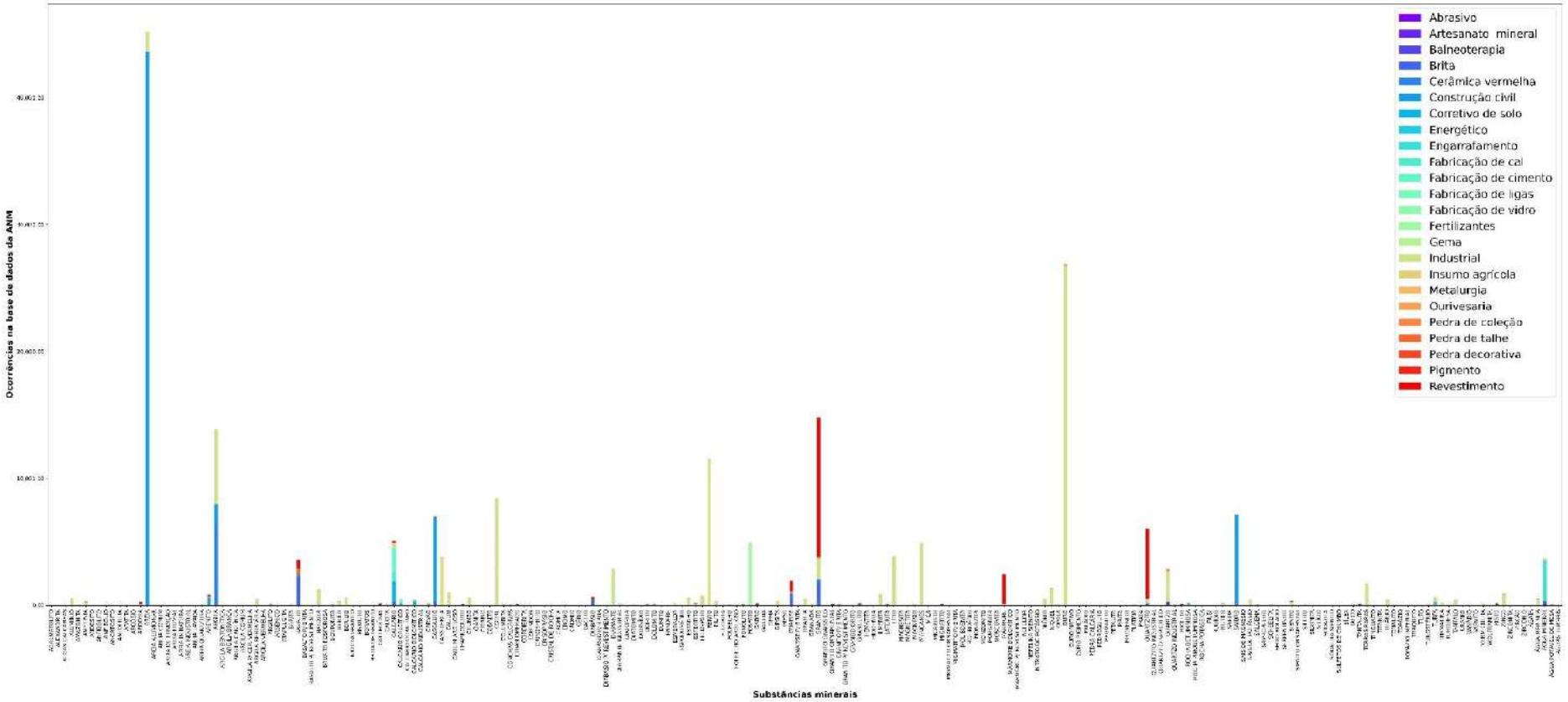
Fonte: Autoria própria.
Legenda: (y) SP, (z) TO e (ze) Zona Econômica Exclusiva (ZE).

É possível notar que, seja no estado de Goiás, seja no Brasil como um todo, o uso industrial das substâncias minerais é o mais comum na base dados, com 6.617 ocorrências (51,20%), seguido de: construção civil (3.836, ou 29,68%), revestimento (501, ou 3,88%) e cerâmica vermelha (354, ou 2,74%). Contudo, a importância do agronegócio para o estado de Goiás é refletida nos usos das substâncias minerais como corretivo de solo (314, ou 2,43%) e fertilizantes (299, ou 2,31%).

As Figuras 46 e 47 apresentam substâncias minerais e seus usos de acordo com os processos ativos na base de dados Sigmine/ANM no Brasil e no estado de Goiás, respectivamente. É possível notar a grande quantidade de substâncias utilizadas industrialmente em Goiás, tais como: alumínio (Al), areia (SiO_2), argila, argila refratária, bauxita — uma mistura de gibbsita $Al(OH)_3$, diásporo AlO(OH) e boehmita AlO(OH) —, calcário ($CaCO_3$), cassiterita (SnO_2), caulim ($Al_2O_3.mSiO_2$), chumbo (Pb), cobalto (Co), cobre (Cu), diamante (C), dolomito ($MgCO_3$), estanho (Sn), feldspato ((K, Na, Ca)(Si, Al)$_4O_8$), ferro (Fe), filito, ilmenita ($FeTiO_3$), lítio (Li), manganês (Mn), nióbio (Nb), níquel (Ni), ouro (Au), quartzito (SiO_2), quartzo (SiO_2), rutilo (TiO_2), sienito, terras raras (leves: lantânio, cério, praseodímio e neodímio; médias: promécio, samário, európio e gadolínio; pesadas: térbio, disprósio, hólmio, érbio, escândio, túlio, itérbio, lutécio e ítrio), titânio (Ti), tântalo (Ta), vermiculita, zinco (Zn) e água mineral.

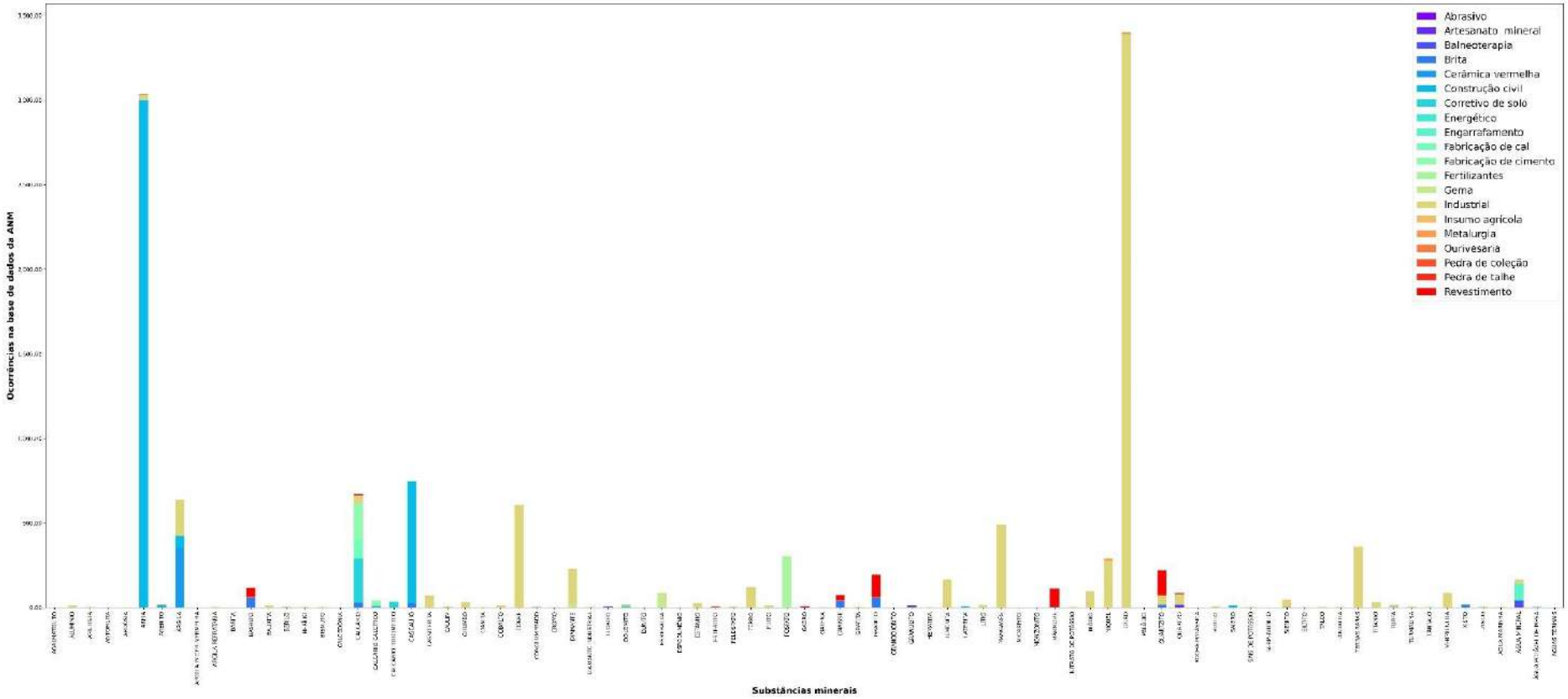
A Figura 48 apresenta as substâncias minerais e seus usos de acordo com os processos ativos na base de dados Sigmine/ANM para as demais UFs brasileiras.

Figura 46 - Substâncias minerais e seus usos de acordo com os processos ativos na base de dados Sigmine/ANM



Fonte: Autoria própria.

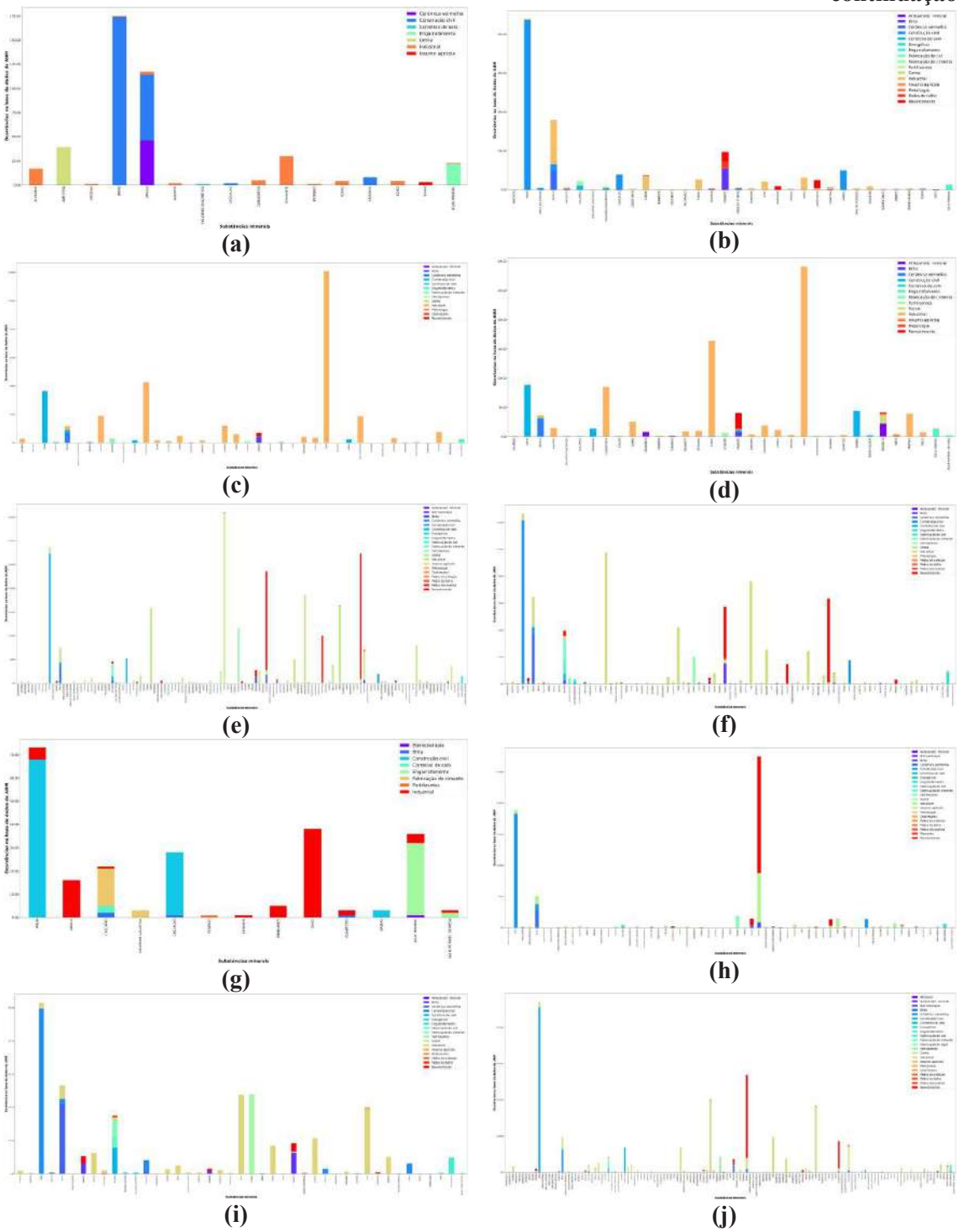
Figura 47 - Substâncias minerais e seus usos de acordo com os processos ativos na base de dados Sigmine/ANM no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

Figura 48 - Distribuição dos usos das substâncias por UF

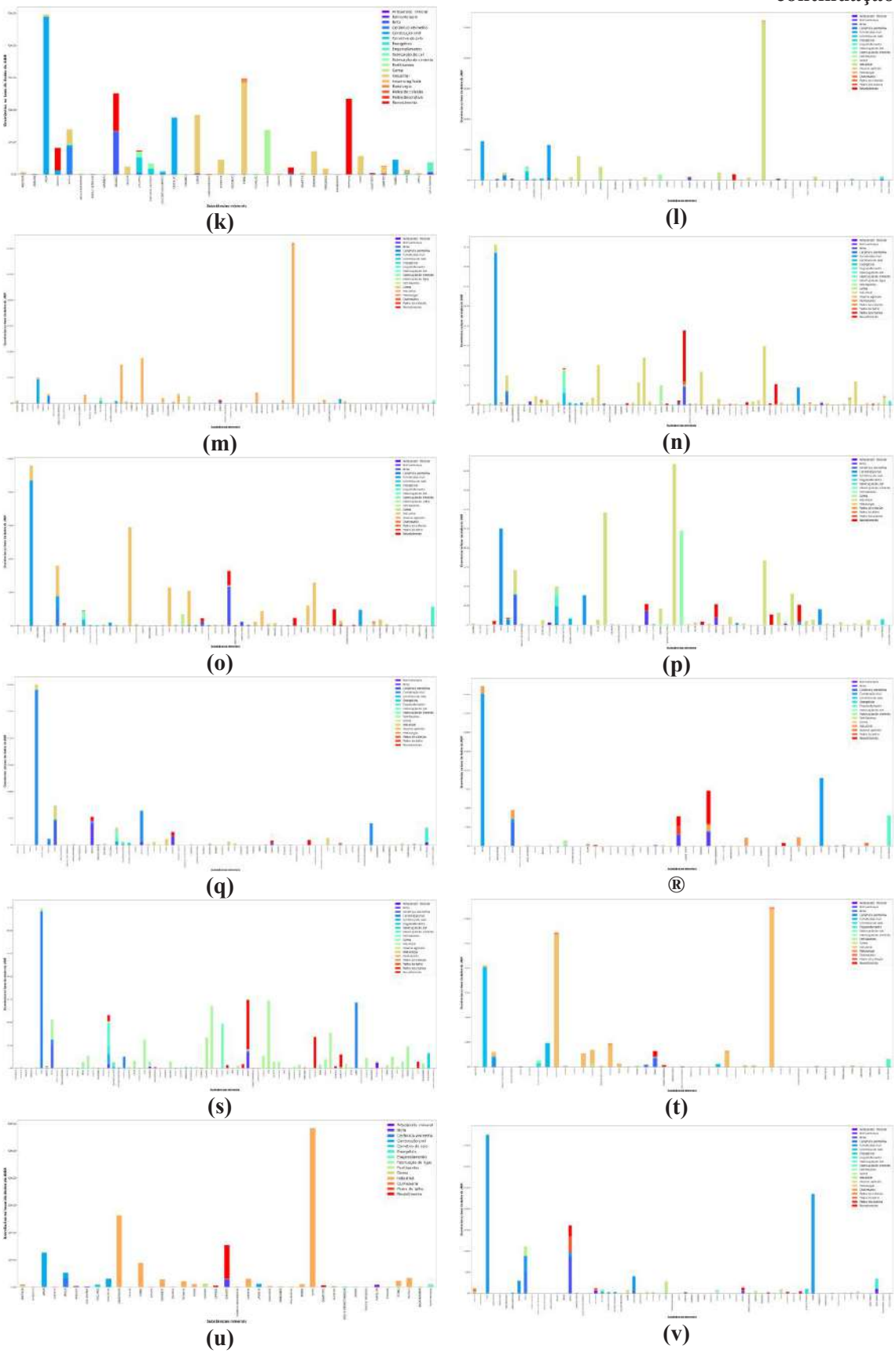
continuação



Legenda: (a) AC, (b) AL, (c) AM, (d) AP, (e) BA, (f) CE, (g) DF, (h) ES, (i) MA e (j) MG.

Figura 48 – Distribuição dos processos minerários por UF

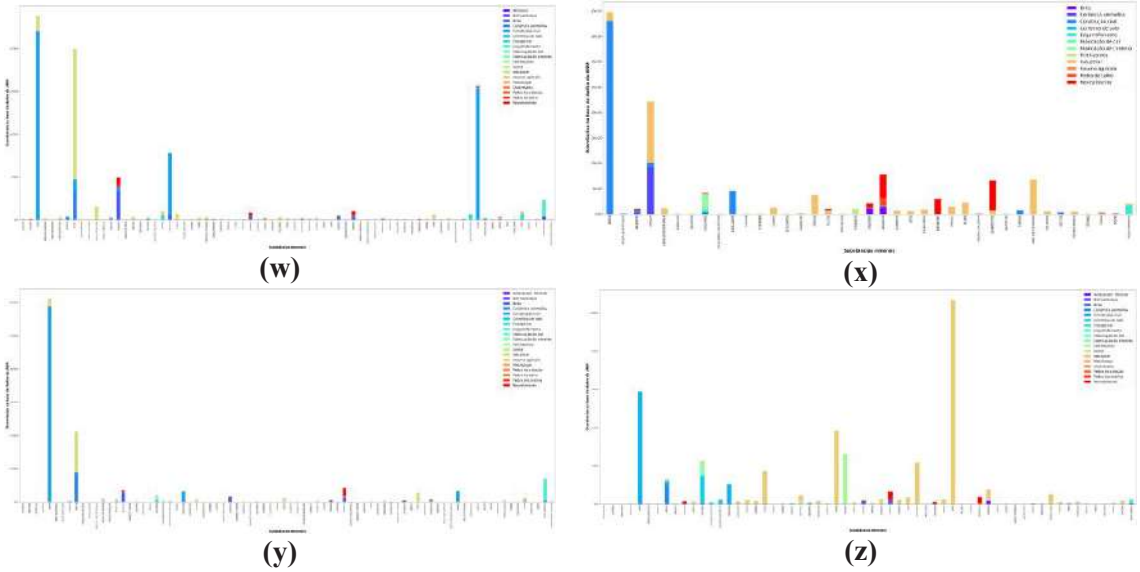
continuação



Legenda: (k) MS, (l) MT, (m) PA, (n) PB, (o) PE, (p) PI, (q) PR, (r) RJ, (s) RN, (t) RO, (u) RR e (v) RS.

Figura 48 - Distribuição dos processos minerários por UF

conclusão



(w) **(x)**

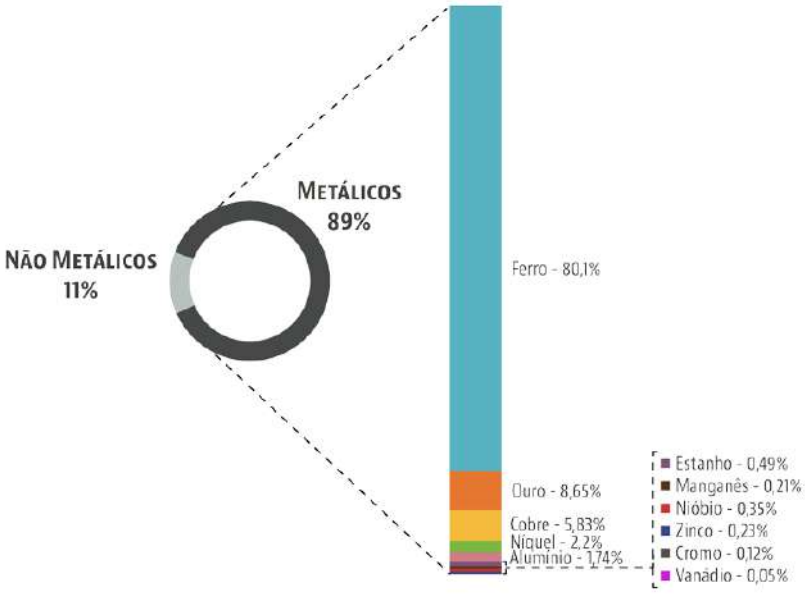
(y) **(z)**

Fonte: Autoria própria.
Legenda: (w) SC, (x) SE, (y) SP, (z) TO e (ze) Zona Econômica Exclusiva (ZE).

6 SUBSTÂNCIAS MINERAIS METÁLICAS

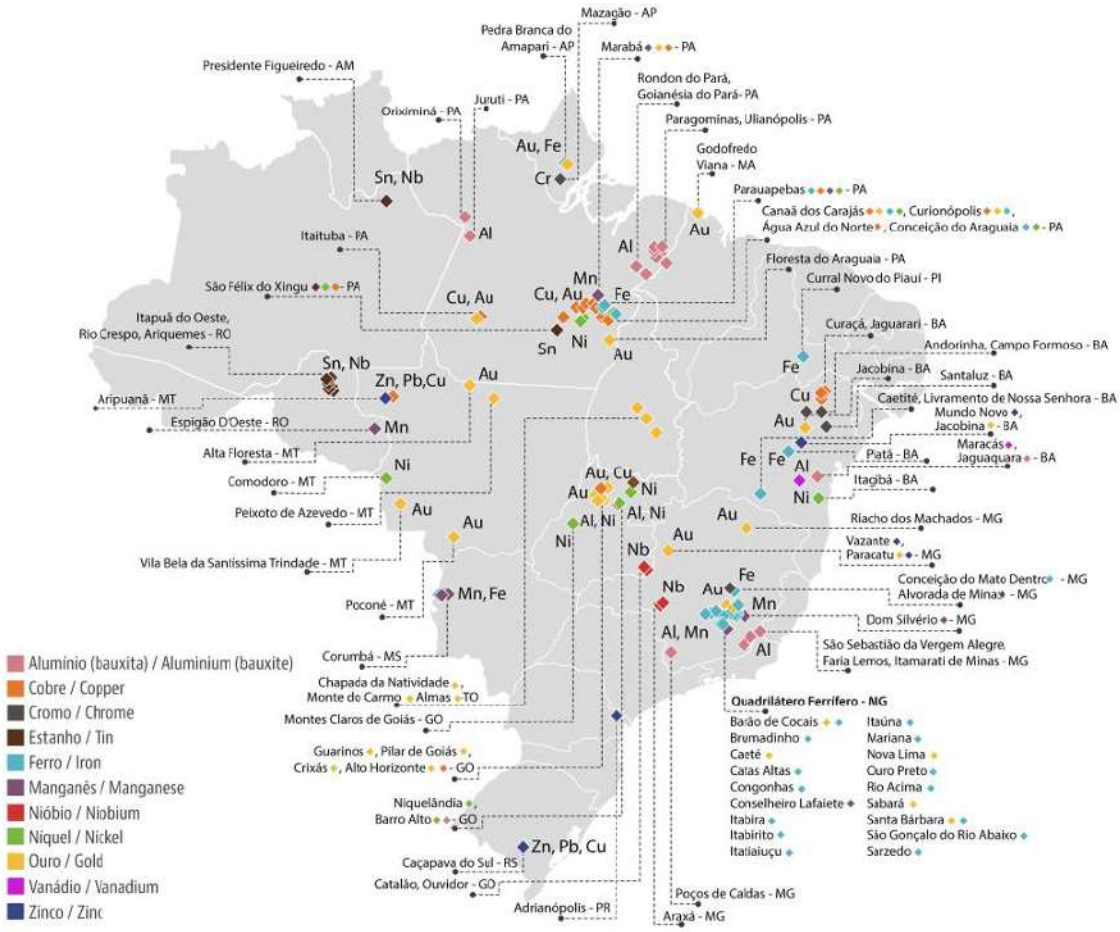
Nos procedimentos adotados pela ANM, são consideradas substâncias minerais: os minerais, minérios, mineraloides, as rochas, os materiais inconsolidados, a água mineral, os elementos e os compostos químicos de interesse econômico em um empreendimento de mineração (Agência Nacional de Mineração, 2023). As substâncias minerais metálicas apresentam elementos químicos metálicos em sua composição e possuem a capacidade de conduzir eletricidade, têm dureza mais elevada e maior resistência à corrosão. Segundo dados da Agência Nacional de Mineração (Agência Nacional de Mineração, 2023), existem títulos ativos de pesquisa e lavra para 37 substâncias metálicas, as quais responderam por 89% do valor total da produção mineral brasileira em 2021. Dentre essas substâncias, onze destacam-se por corresponderem a 99,7% do valor da produção da referida classe. Essas substâncias são: alumínio, cobre, cromo, estanho, ferro, manganês, nióbio, níquel, ouro, vanádio e zinco. A Figura 49 apresenta essa participação das 11 substâncias metálicas, tal como sua participação na produção comercializada em 2021. Dentre as 11 substâncias metálicas mais relevantes, em Goiás são exploradas apenas cinco: alumínio, cobre, nióbio, níquel e ouro. As principais empresas produtoras de minerais metálicos no Brasil estão apresentadas na Figura 50.

Figura 49 – Principais substâncias metálicas e sua participação na produção brasileira em 2021



Fonte: Agência Nacional de Mineração (2023).

Figura 50 – Localização das minas (metálicos) com produção ROM acima de 1.000.000 de toneladas em 2021



Fonte: Agência Nacional de Mineração (2023).

6.1 Alumínio (Al)

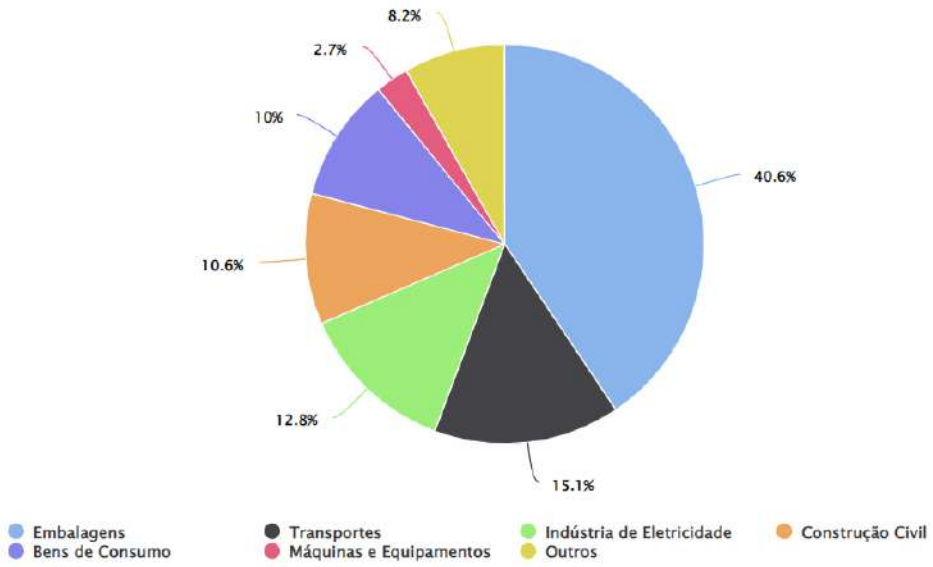
O alumínio é um elemento químico representado pelo símbolo Al e pelo número atômico 13. Na temperatura ambiente é sólido, sendo o elemento metálico mais abundante da crosta terrestre. Possui ponto de fusão de 660 °C, considerado baixo quando comparado ao do aço (1570 °C). Além disso, é leve, resistente à corrosão e bom condutor térmico (4,5 vezes maior que o aço). Outra propriedade de destaque é sua condutividade elétrica, a qual, associada à sua baixa densidade, significa que pode conduzir tanta corrente quanto um condutor de cobre que é duas vezes mais pesado e proporcionalmente mais caro. Outra característica importante do alumínio é sua infinita capacidade de ser reciclado, sem perda de suas propriedades físico-químicas. Todas essas características apresentadas conferem ao alumínio uma extrema versatilidade. Na maioria das aplicações, duas ou mais dessas características entram em jogo, por

exemplo: baixo peso combinado com resistência mecânica ou alta resistência à corrosão e elevada condutibilidade térmica (Associação Brasileira do Aluminio, 2024).

O principal minério de alumínio é a bauxita, a qual não possui composição específica, podendo ser uma mistura de óxidos de alumínio hidratados, hidróxidos de alumínio, minerais argilosos e materiais insolúveis como quartzo, hematita, magnetita, siderita e goethita. Os principais minerais da bauxita são: gibbsita ($Al_2O_3.3H_2O$), boemita ($Al_2O_3.H_2O$) e diásporo (que tem a mesma composição da boemita, porém é mais denso e mais duro). As atuais reservas brasileiras de bauxita são da ordem de 2.600.000 Mt, o que representa 9,3% do total mundial. A bauxita é, normalmente, classificada de acordo com a aplicação comercial pretendida, como nas seguintes possibilidades: metalurgia, cimento, fertilizante, abrasivo, química ou como refratário. Contudo, a grande maioria da bauxita extraída no mundo é classificada como metalúrgica e é convertida em alumina (Al_2O_3) para a produção de alumínio metálico. O consumo doméstico ocorre, principalmente, na indústria de embalagens (40,6%), seguida de transportes, eletricidade e construção civil, entre outras (Figura 51).

De acordo com Machado e Lima (2008), o Brasil possuía pequena produção de bauxita até a década de 60, quando grandes depósitos foram descobertos. Dessa forma, o país dependia de importações do alumínio até os anos 1980, quando as fábricas instaladas no Pará entraram em produção. Atualmente o Brasil é exportador em todas as etapas da cadeia produtiva (bauxita, alumina e alumínio primário).

Figura 51 - Consumo de alumínio no Brasil (dados de 2021)



Fonte: Associação Brasileira do Alumínio (2024).

Apesar da vasta disponibilidade do elemento no planeta, o processamento do Al é considerado complexo e caro, principalmente devido à enorme quantidade de energia necessária no processo produtivo. Inicialmente é necessário purificar o concentrado de bauxita produzido na mineração, produzindo-se a alumina. A partir dela, o alumínio metálico pode ser extraído. Essa rota é conhecida como “processo Bayer”.

Atualmente, o Brasil é o 12º produtor de alumínio primário, precedido por: China, Índia, Rússia, Canadá, Emirados Árabes, Austrália, Bahrein, Noruega, Arábia Saudita, Malásia e Estados Unidos. O Brasil também é o 4º produtor de bauxita, atrás da Austrália, Guiné e China e o 3º produtor de alumina, atrás de China e Austrália. Em termos de exportação, comparando-se o primeiro trimestre de 2023 com o de 2024, houve uma queda de 63,3% para o alumínio primário (Associação Brasileira do Aluminio, 2024). O Brasil exporta para os seguintes países: Canadá (44,1%), China (32,3%), Grécia (10,6%), Irlanda (10,4%) e outros (2,6%) (Instituto Brasileiro de Mineração, 2024). As ocorrências na base de dados Sigmine/ANM para alumínio e para bauxita no país podem ser vistas nas Figuras 52 e 53, respectivamente, totalizando 753 processos minerais ativos de alumínio (0,32%) e 1.807 de bauxita (0,77%).

Em termos de produção de bauxita, Goiás é o terceiro maior produtor brasileiro, tendo produzido 1.667.413 t em 2021, com teor de 53,50% de Al_2O_3 (Agência Nacional de Mineração, 2023). A extração é realizada pelas empresas Terra Goyana Mineradora e Companhia Brasileira de Alumínio (CBA), no município de Barro Alto. As ocorrências na base de dados Sigmine/ANM para alumínio e para bauxita no estado de Goiás podem ser vistas nas Figuras 54 e 55, respectivamente. Em 2024 eram 17 processos, sendo eles: um processo apto para disponibilidade (pertencente à Companhia Brasileira de Alumínio); seis autorizações de pesquisa (pertencentes à J J De Sousa, MHS Empreendimentos - Construtora e Incorporadora Ltda., Minas Rio Mineradora Ltda. e três da Companhia Brasileira de Alumínio); seis concessões de lavra (pertencentes à Companhia Brasileira de Alumínio, Mineradora Santo Expedito Ltda., Supergran Mineração Ltda., Terra Goyana Mineradora Ltda. e duas da Mineração Curimbaba Ltda.); e quatro requerimentos de lavra (pertencentes à Mineradora Santo Expedito Ltda., Supergran Mineração Ltda. e dois da Mineração Curimbaba Ltda.).

Tais processos, quando somados, resultam em uma área de 11.062,88 ha, equivalente a 0,03% da área do estado de Goiás (340.086 km²). A Figura 56 apresenta os processos minerais ativos em função de sua fase para alumínio em Goiás. O uso principal da bauxita produzida em Goiás é o setor industrial — por exemplo na produção de sulfato

de alumínio ($Al_2(SO_4)_3$), sendo esse composto o principal coagulante utilizado no tratamento de água para uso doméstico.

Em 2021 os principais estados produtores de alumínio foram: Pará (41.405.418 t de ROM com teor médio de 45,85% de Al_2O_3), Minas Gerais (2.754.496 t de ROM com teor médio de 31,34% de Al_2O_3), Goiás (1.665.377 t de ROM com teor médio de 51,39% de Al_2O_3), São Paulo (490.639 t de ROM com teor médio de 38,87% de Al_2O_3) e Espírito Santo (3.800 t de ROM com teor médio de 52,90% de Al_2O_3). Naquele mesmo ano, existiam 31 minas a céu aberto produzindo bauxita no Brasil, sendo 4 de grande porte (produção bruta, ou ROM, anual maior que 1.000.000 t), 8 de médio porte (produção bruta de 100.000 t a 1.000.000 t) e 19 de pequeno porte (produção bruta de 10.000 t até 100.000 t). As principais empresas produtoras nesse ano foram a Mineração Paragominas (PA, 39,25%), Mineração Rio do Norte (PA, 36,49%), Alcoa *World* Alumina Brasil (PA, 19,56%) e a Companhia Brasileira de Alumínio (MG e GO, 2,44%) (Agência Nacional de Mineração, 2023).

Figura 52 - Ocorrências de processos minerais ativos para alumínio



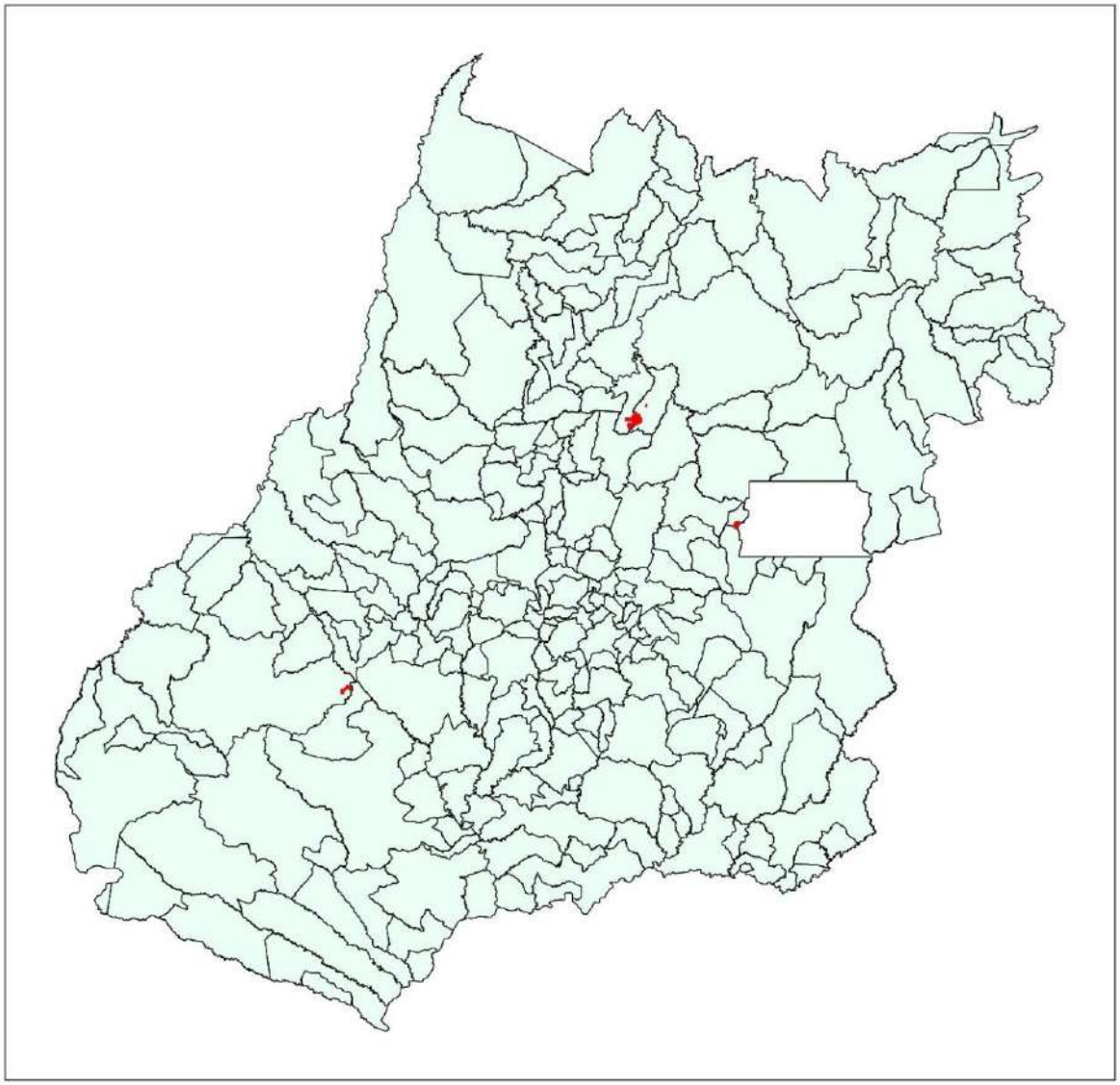
Fonte: Autoria própria.

Figura 53 - Ocorrências de processos minerais ativos para bauxita



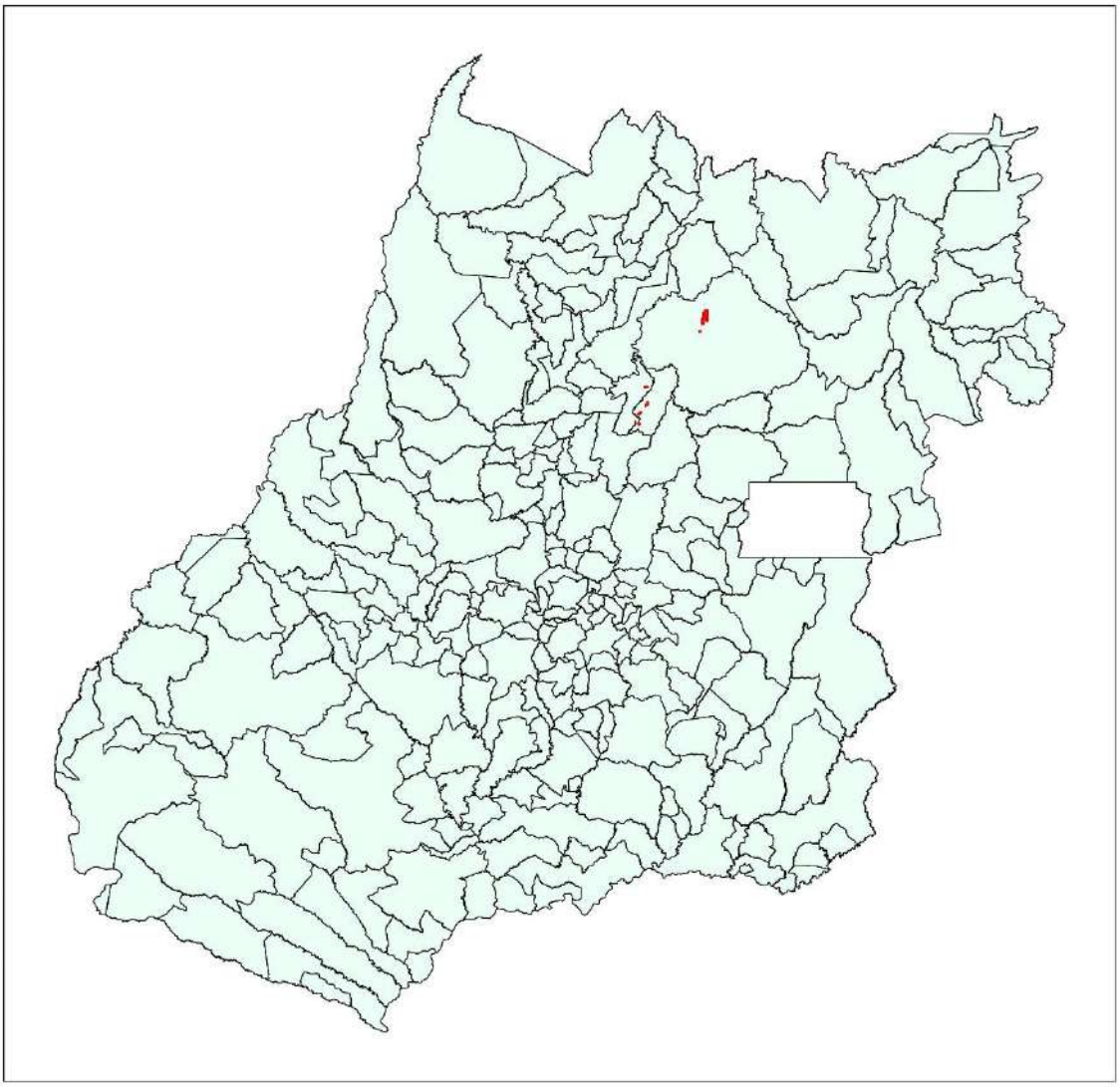
Fonte: Autoria própria.

Figura 54 - Ocorrências de processos minerais ativos para alumínio no estado de GO



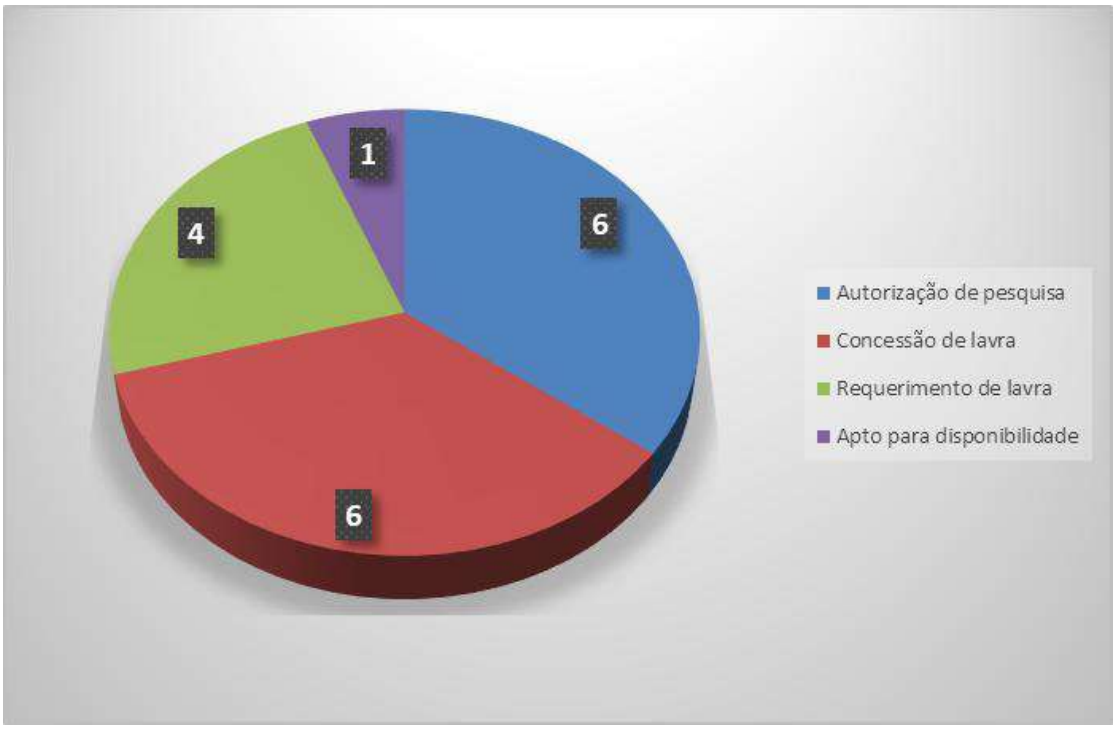
Fonte: Autoria própria.

Figura 55 - Ocorrências de processos minerais ativos para bauxita no estado de GO



Fonte: Autoria própria.

Figura 56 - Processos minerais ativos em função de sua fase para alumínio em Goiás



Fonte: Autoria própria.

6.2 Chumbo (Pb)

O chumbo é um elemento químico representado pelo símbolo Pb e pelo número atômico 82. O chumbo é um metal pesado, de alta maleabilidade e facilmente manipulado. Ainda, ele não é um bom condutor de eletricidade. É um elemento anfótero, ou seja, reage em meio ácido e básico e possui resistência à corrosão dos ácidos clorídrico e sulfúrico diluídos, mas se dissolve em ácido nítrico. Por fim, reage com o ácido acético, não sendo, portanto, indicado para fabricação de utensílios de uso culinário (Brasil Escola, 2024a).

Em condições normais de temperatura e pressão, o chumbo possui aspecto sólido, de cor cinza azulada. O chumbo é também um metal tóxico e bioacumulativo e pode provocar mudanças bioquímicas e funcionais nos organismos vivos.

O chumbo é utilizado em ligas metálicas e o sexto metal de maior utilidade industrial. Quando misturado com elementos tais como estanho, cobre, antimônio, arsênio, bismuto, cadmio e sódio, forma ligas com diversas aplicações (Brasil Escola, 2024a). Sais orgânicos, silicatos e carbonatos de chumbo são utilizados como reagentes em processos químicos e aditivos em processos industriais, tais como:

- Baterias chumbo-ácido;

- Fabricação de forramento para cabos de energia;
- Materiais utilizados na construção civil;
- Aditivo de gasolina (na forma de chumbo tetraetila, ou $Pb(C_2H_5)_4$);
- Formulação de pigmentos para navios (o Pb inibe a fixação de crustáceos);
- Mantas de blindagem contra radiação;
- Aditivos estabilizantes contra calor e luz, aplicados na fabricação de plásticos;
- Fabricação de nitreto de chumbo ($Pb(N_3)_2$), aplicado na fabricação de detonadores de explosivos.

Segundo Teixeira (2018), as reservas mundiais de chumbo em 2017 atingiram 88 Mt e as brasileiras somam 595 kt, representando 0,7% da reserva global. A produção mundial de concentrado de chumbo no mesmo ano alcançou 4,6 Mt de metal contido, uma queda de 2,8% em relação à de 2016. Os principais produtores mundiais de chumbo primário são os detentores das maiores reservas e suas produções em 2017 foram: 2,2 Mt na China, 459 kt na Austrália, 310 kt nos Estados Unidos da América (EUA), 307 kt no Peru, 243 kt no México e 200 kt na Rússia. A produção brasileira de concentrado de chumbo, em metal contido, foi de 7 kt em 2017, representando 0,1% da produção mundial.

A galena (PbS) é o mineral-minério mais importante de chumbo e geralmente ocorre associada com a prata. Zinco, cobre, ouro e antimônio são outros metais que também aparecem associados ao chumbo. A produção brasileira de concentrado de chumbo em 2017, oriunda dos municípios de Paracatu e Vazante, ambos em MG, foi de 15.701 t; já a produção em metal contido do concentrado atingiu 6.862 t, representando uma queda de 14,0% na produção do metal contido no concentrado em relação ao ano anterior. Essa produção é obtida como coproduto da mineração de zinco, atualmente sob controle da Nexa Resources S.A. (Teixeira, 2018).

A produção do concentrado de chumbo brasileira é toda exportada, visto que o Brasil não tem a etapa de metalurgia do chumbo primário, devido principalmente ao impacto ambiental gerado por essa etapa de transformação. Toda a produção desse metal é obtida a partir de reciclagem de material usado, especialmente de baterias automotivas, industriais e de telecomunicações. As usinas refinadoras estão localizadas em Pernambuco, Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. Segundo o Instituto Brasileiro de Energia Reciclável (IBER), a produção secundária do

chumbo metálico, em 2017, foi de 167,7 kt, um incremento de 6,3% em relação ao ano anterior, o que correspondeu a 15,9 milhões de baterias vendidas para o mercado de reposição em um universo de 17,1 milhões de baterias coletadas para reciclagem.

As ocorrências de processos minerais ativos para o chumbo e para a galena podem ser vistas nas Figuras 57 e 58 respectivamente. Essas duas substâncias somadas equivaleram a 691 processos (0,29%). As Figuras 59 e 60 apresentam as ocorrências de processos minerais ativos na base Sigmine/ANM para chumbo e galena no estado de Goiás respectivamente, totalizando 38 processos (0,27%). Os processos minerais são de titularidade de Ama *Gold* Ltda. (3), Calcário Norte Sul Ltda. (5), Calcário Uruaçu Ltda. (5), Cimentos Rio Verde Participações Ltda. (1), Igor Azevedo Fróes (1), Mineração Batalha e Participações Ltda. (2), Mineradora Havilah Importação e Exportação Ltda. (1), Nexa Resources S.A. (10), Ouro Preto Agrociência Eireli (9) e Saulo Mendes de Melo Alcanfor (1). A área ocupada no estado por esses processos minerais é de 47067,65 ha (0,14%). A Figura 61 apresenta os processos minerais ativos em função de sua fase para chumbo e galena em Goiás.

Figura 57 - Ocorrências de processos minerais ativos para chumbo



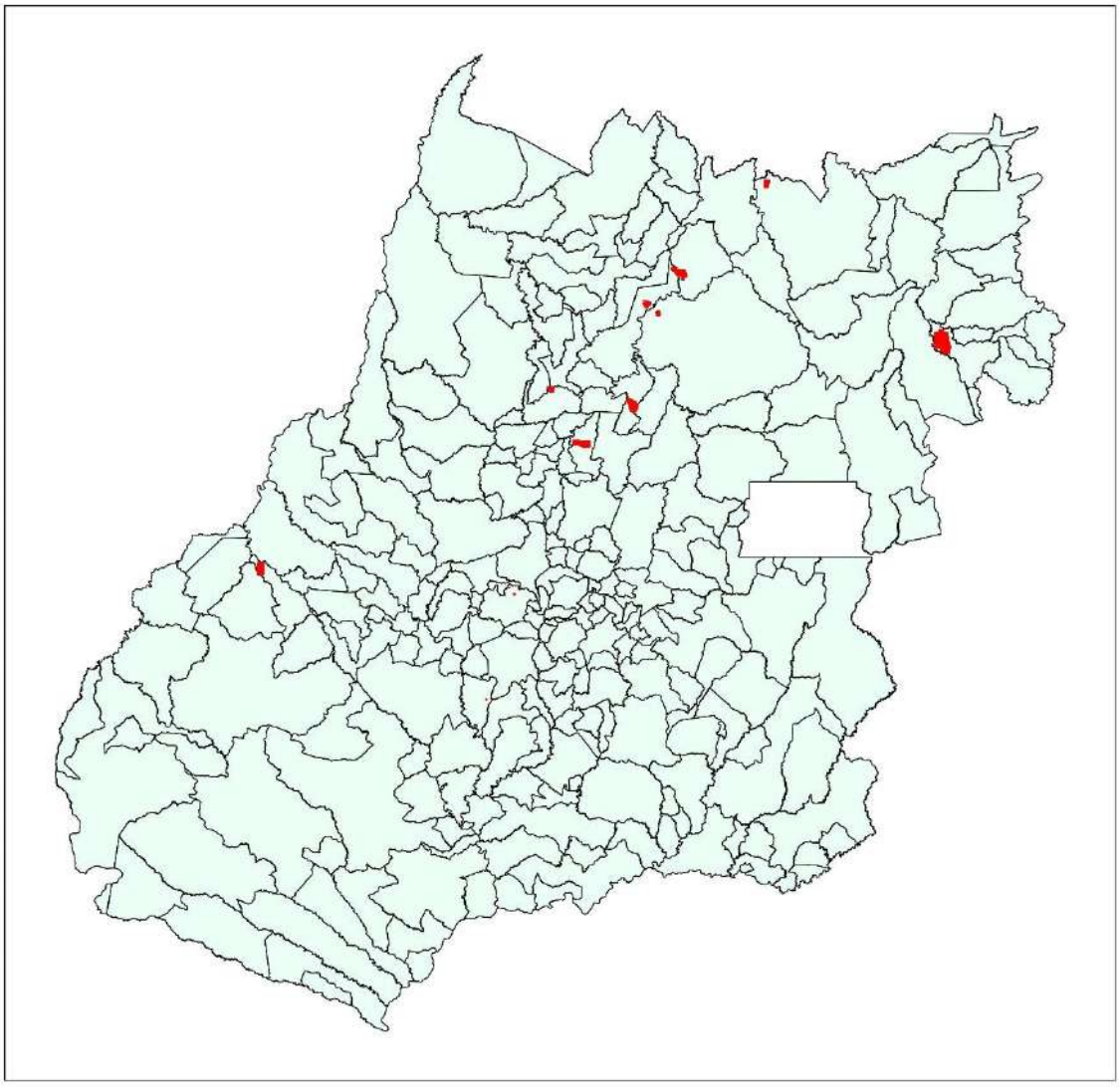
Fonte: Autoria própria.

Figura 58 - Ocorrências de processos minerais ativos para galena



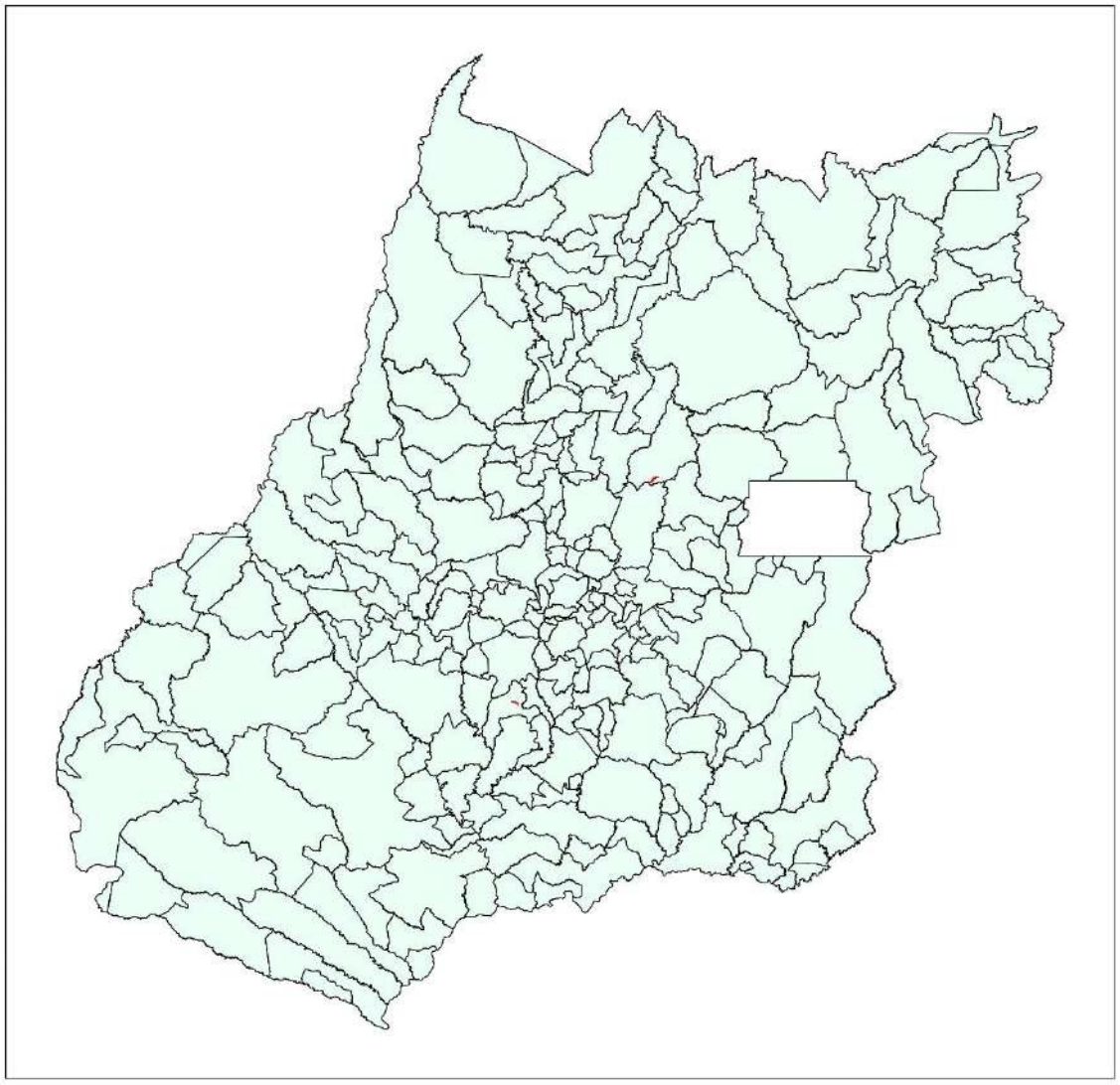
Fonte: Autoria própria.

Figura 59 - Ocorrências de processos minerais ativos para chumbo no estado de Goiás



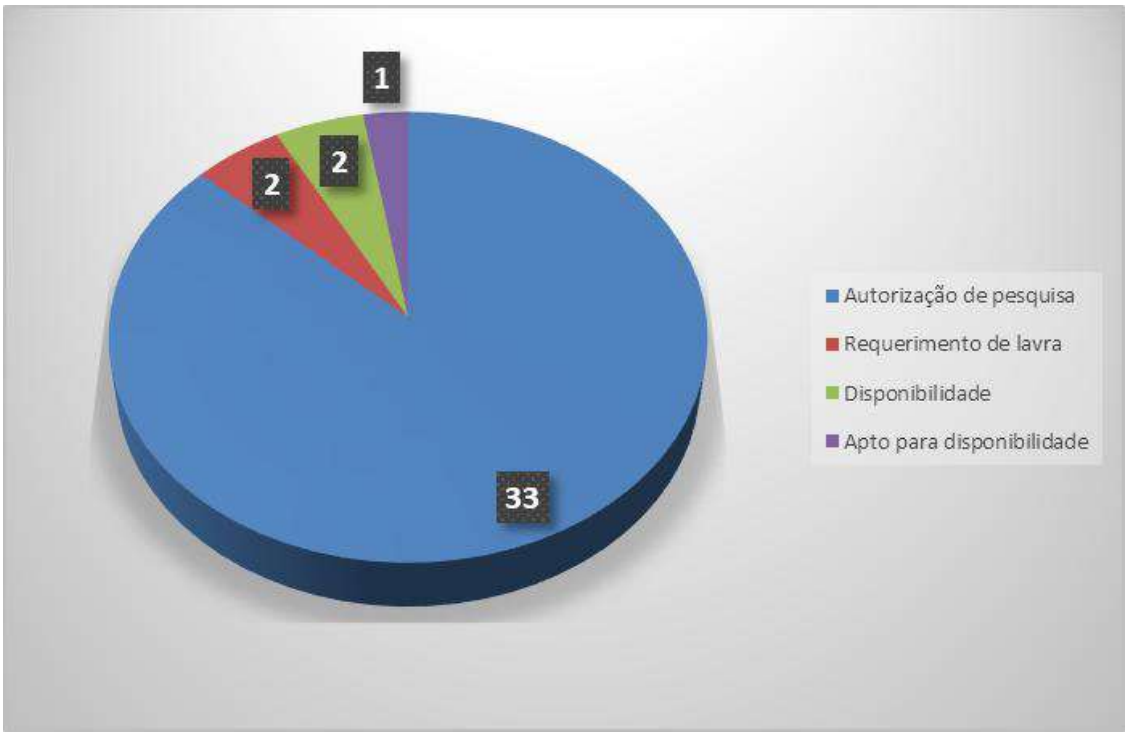
Fonte: Autoria própria.

Figura 60 - Ocorrências de processos minerais ativos para galena no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

Figura 61 - Processos minerais ativos em função de sua fase para chumbo e galena em Goiás



Fonte: Autoria própria.

6.3 Cobalto (Co)

Representado pelo símbolo Co, o cobalto é o elemento químico com número atômico 27. Estima-se que a humanidade o utiliza há mais de cinco mil anos, baseado nas análises de cerâmicas egípcias e vidros pérsicos. Os sais de cobalto ainda são utilizados na confecção de pigmentos para cerâmica e vidros coloridos (a presença de cobalto lhes confere uma cor azulada), enquanto sua forma metálica é explorada na indústria metalúrgica para a produção de aços. Já os óxidos de cobalto podem ser utilizados como catalisadores na indústria química.

Segundo Fonseca (2018), em 2017 a República Democrática do Congo (RDC) era o maior produtor mundial de minério de cobalto, enquanto a China era o maior refinador. Em termos de minério, a RDC foi responsável por 58% da produção global naquele ano. Já em termos de refinado, de um total de 117 mil toneladas refinadas, a China foi responsável por quase 70 mil toneladas, ou seja, 59% da produção mundial. O cobalto tem sofrido altas no mercado internacional puxado pelo aumento da demanda, devido à sua crescente utilização na fabricação de baterias de carros elétricos e pela tensão gerada por um novo código de minas na RDC.

Segundo Fonseca (2011), a produção brasileira de cobalto encontra-se associada à produção de níquel, tanto sulfetado (em Fortaleza de Minas/MG e Americano do Brasil/GO) quanto laterítico (em Niquelândia/GO). A produção de minério sulfetado alimenta a usina da Votorantim em Fortaleza de Minas/MG, enquanto a produção de minério laterítico alimenta a usina da Votorantim em São Miguel Paulista/SP.

O níquel laterítico é minerado em Niquelândia-GO pela Votorantim, sendo que em 2010 foram extraídos 3.152.952 t de minério de níquel e cobalto com 0,09% de Co, ou seja, 2.870 t de Co contido. Esse minério é enviado para o refino na usina da empresa localizada em São Miguel Paulista/SP, onde se produz tanto o metal quanto o cobalto contido no *matte* de níquel, que é um concentrado de sulfetos de cobre e níquel (Fonseca, 2011).

Ainda segundo Fonseca (2011), o minério sulfetado (níquel, cobre e cobalto) é extraído em Americano do Brasil/GO pela empresa Prometálica, que envia o concentrado para a usina da Votorantim localizada em Fortaleza de Minas/MG, onde é produzido o *matte* de níquel, que é exportado para a Finlândia. Outra jazida de minério de níquel sulfetado localiza-se em Fortaleza de Minas/MG, de propriedade da Votorantim, onde também se extrai cobalto junto de níquel e cobre.

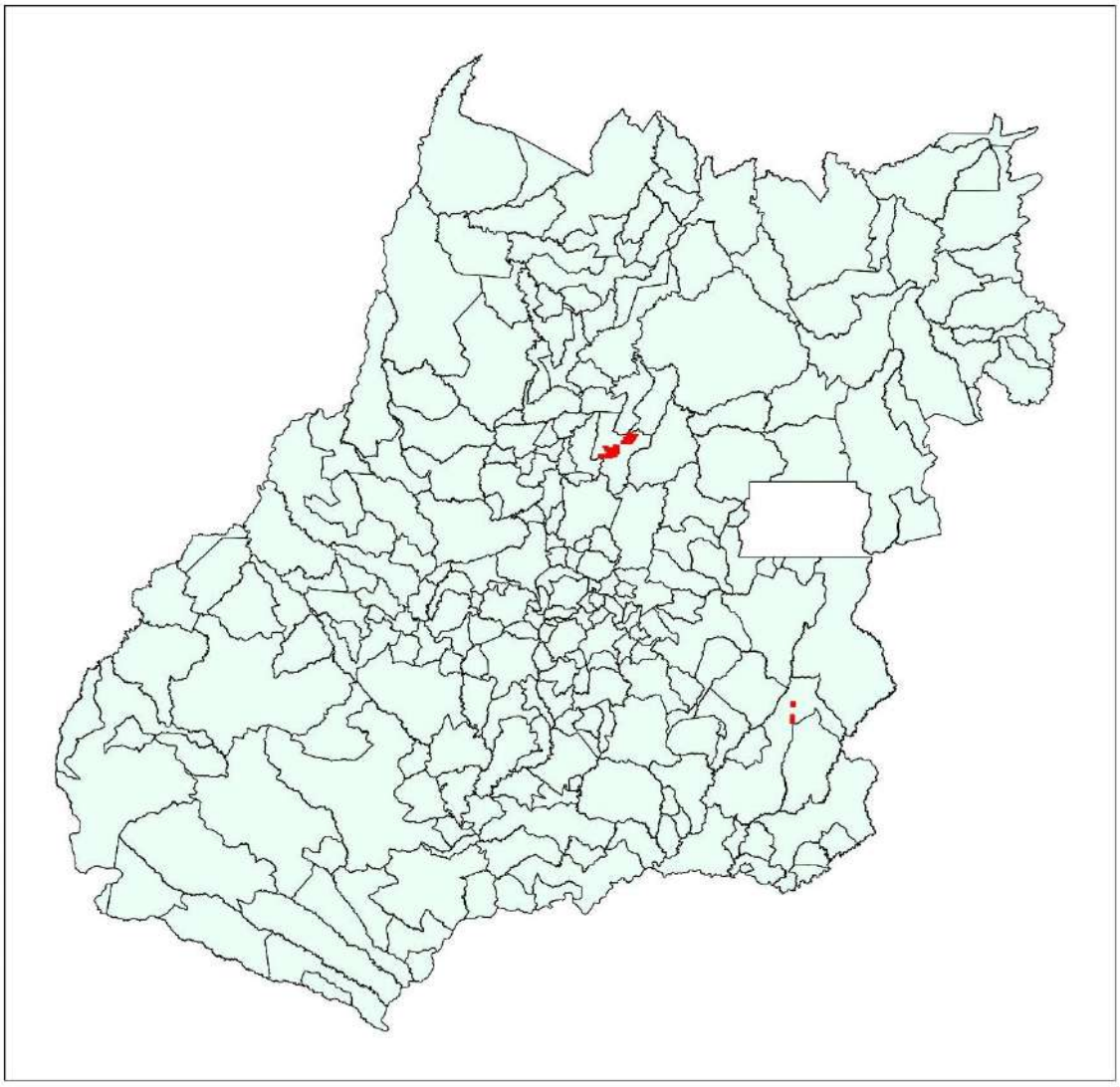
A Figura 62 mostra as ocorrências de processos minerais ativos para cobalto no Brasil. Foram encontrados apenas 33 processos ativos (0,01%) para essa substância mineral, 14 dos quais (0,10%) localizados em Goiás (vide Figura 63), ocupando uma área requerida de 19.836,04 ha (0,06%). Todos os processos são com finalidade industrial e de titularidade de: Luiz Carlos Tobias da Silva (6), Ponticor Brasil *Holding* Ltda. (6) e RTB Geologia e Mineração Ltda. (2). Tais processos são localizados em dois municípios: Goianésia e Ipameri. A Figura 64 apresenta os processos minerais ativos em função de sua fase para cobalto em Goiás.

Figura 62 - Ocorrências de processos minerais ativos para cobalto



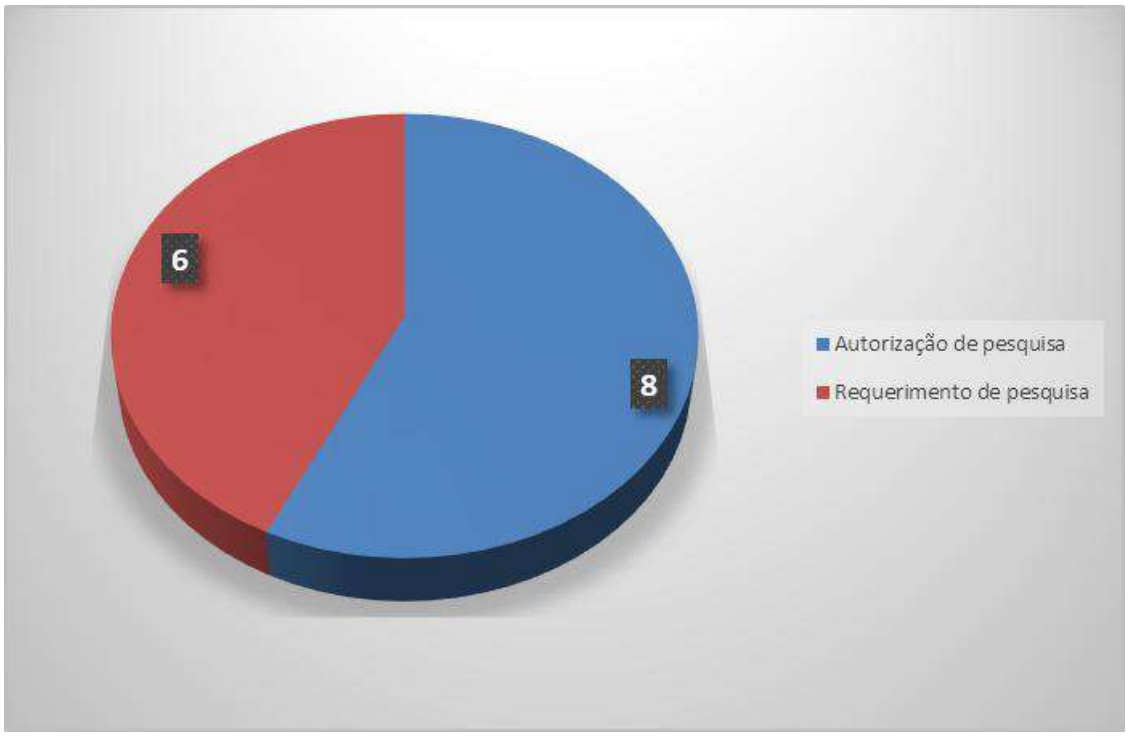
Fonte: Autoria própria.

Figura 63 - Ocorrências de processos minerais ativos para cobalto no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

Figura 64 - Processos minerais ativos em função de sua fase para cobalto em Goiás



Fonte: Autoria própria.

6.4 Cobre (Cu)

O cobre é um elemento químico representado pelo símbolo Cu e número atômico 29. É um metal macio, maleável e dúctil com altíssima condutividade térmica e elétrica, sendo empregado como condutor de calor e eletricidade, em materiais de construção civil e como constituinte de várias ligas metálicas.

Segundo Ribeiro (2001), as principais aplicações do cobre podem ser:

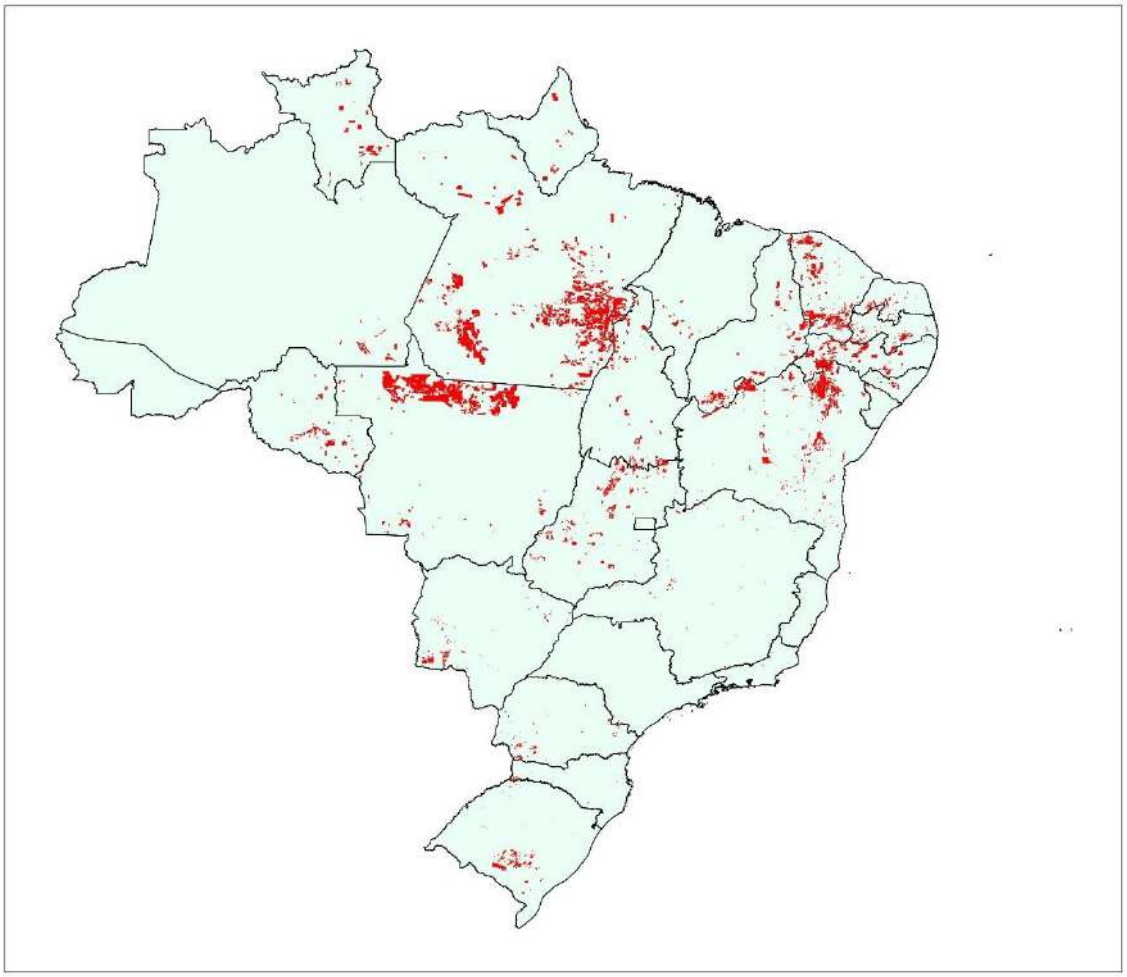
- **Indústria elétrica e eletrônica:** Na transmissão de energia, na fabricação de equipamentos elétricos e eletrônicos e de aparelhos eletrodomésticos;
- **Engenharia industrial:** Para serviços de estampagem, forjamento e usinagem de peças e componentes, produção de peças fundidas para corpos de bomba, válvulas, aparelhos para indústrias química e petroquímica, tubos e chapas para trocadores de calor, refrigeradores e condicionadores de ar;
- **Construção civil:** Em coberturas, calhas, instalações hidráulicas e metais sanitários, fechaduras, ferragens, corrimões, juntas de vedação e de dilatação, luminárias e esquadrias, portas, painéis decorativos, adornos etc.;
- **Transporte:**

- **Indústria automobilística:** Utilizada em radiadores, carburadores, partes elétricas do veículo e em acessórios;
- **Indústria naval:** Em hélices de propulsão, peças para comportas e ancoradouros, tubulações, tintas anticorrosivas para proteção dos cascos dos navios e em diversos equipamentos, máquinas e instrumentos de navegação;
- **Indústria aeronáutica:** Nos aparelhos de telecomunicações, nas linhas hidráulicas de pressão, mancais de trens de pouso e em equipamentos de precisão e controle de voo;
- **Indústria ferroviária:** Em cabos condutores aéreos para estradas de ferro eletrificadas, motores e outros equipamentos.

- **Outros usos do cobre:** Incluem a cunhagem de moedas, a fabricação de armas e munições, a indústria alimentícia, embalagens, bebidas, farmacêutica, galvanização, indústria química, cerâmica, equipamentos e produtos agrícolas alimentício, pesticida e fungicida, tintas e pigmentos, joalharia etc.

O minério de cobre é normalmente encontrado na crosta terrestre na forma de minerais de cobre, tais como: calcopirita ($CuFeS_2$), bornita (Cu_5FeS), malaquita ($Cu_2CO_3(OH)_2$) e calcocita (Cu_2S), entre outros. A formação de depósitos de minério de cobre envolve processos geológicos complexos, incluindo atividade hidrotérmica, intrusões magmáticas e intemperismo de rochas. Os principais depósitos de cobre no Brasil são os do tipo *Iron Oxide Copper Gold* (IOCG), ou seja, formações minerais que contêm associações de cobre, ouro e óxidos de ferro. De acordo com Rocio *et al.* (2012), a mineração brasileira de cobre é realizada predominantemente nos estados Pará e Goiás, que juntos respondem por cerca de 85% da produção de concentrado de cobre do país. A Bahia, outrora o maior estado produtor, responde agora por apenas cerca de 12%. A Figura 65 apresenta as ocorrências de processos minerais ativos para cobre no território nacional. Foram encontrados 8.539 processos ativos na base de dados, o que equivale a 3,63% de todos os processos.

Figura 65 - Ocorrências de processos minerais ativos para cobre



Fonte: Autoria própria.

A lavra do minério normalmente ocorre em grandes minas a céu aberto e seu processamento é realizado através de processos de cominuição, classificação e flotação, com desaguamento ao final para remoção da água. As associações principais são alumina, calcário, pirita e sílica, removidas como rejeito no processo. Ribeiro (2001) afirma que os principais elementos deletérios que podem estar associados ao cobre são: bismuto (cujo teor não deve exceder 0,5%); arsênio (2%); antimônio (1%); zinco (10%) e níquel (0,25%). Os teores de Cu contido no minério são relativamente baixos: usualmente entre 0,5 e 2,0% e chegando até aproximadamente 30% nos concentrados de Cu.

A maior parte da produção mineral de cobre provém de rochas sulfetadas, que são ricas em elementos associados, como ouro, prata, molibdênio e cobalto. A venda desses subprodutos entra como crédito, dando, como resultado líquido, menores custos globais de produção do cobre refinado (Rocio *et al.*, 2012). Com base em dados econômicos,

percebe-se que a demanda de cobre deve continuar a crescer, trazendo para o Brasil oportunidades para aumento da produção, prospecção de novos depósitos e instalação de indústrias de produtos de cobre acabados, conforme as várias aplicações possíveis.

As reservas mundiais concentram-se majoritariamente em quatro países: Chile, Estados Unidos, Peru e China. As reservas brasileiras de minério de cobre são de 11.212 Mt, o que representa apenas 1,6% do total mundial. Dados do *International Copper Study Group* (2023) indicam que a produção global das minas de cobre, em 2022, atingiu 22 milhões de toneladas, tendo sido o Chile o maior produtor (5,3 milhões de toneladas). Em termos de fundição, a China foi a maior produtora em 2022, atingindo 21,5 milhões de toneladas. De acordo com Rocio *et al.* (2012), o cobre é uma exceção à grande quantidade de bens minerais brasileiros exportados, uma vez que o país importa minério concentrado, catodo, fios e cabos, ocupando a 3ª posição entre os bens minerais mais importados, depois do carvão mineral (de uso na siderurgia) e do potássio (de uso em fertilizantes). O Brasil exporta cobre para os seguintes países: Alemanha (22,7%), China (20,4%), Polônia (11,3%), Suécia (10,9%), Espanha (9,5%), Bulgária (7,2%), Finlândia (6,5%) e outros (11,5%), segundo dados do Instituto Brasileiro de Mineração (2024).

Em Goiás foram identificadas mineralizações de cobre nos municípios de Alto Horizonte, Niquelândia, Bom Jardim de Goiás, Palmeirópolis, Americano do Brasil e Mara Rosa. Em Niquelândia, o depósito contém níquel, como metal principal, e cobre e cobalto, como subprodutos. Em Americano do Brasil, a área mineralizada contém níquel, cobalto e cobre (Rodrigues; Heider; Fonseca, 2009). Atualmente, a produção no estado é realizada pela empresa Lundin *Mining*, localizada no município de Alto Horizonte. Segundo dados da empresa, hoje são empregadas cerca de 2.000 pessoas no país, incluindo funcionários e contratados, sendo 12,5% da sua força de trabalho composta por mulheres.

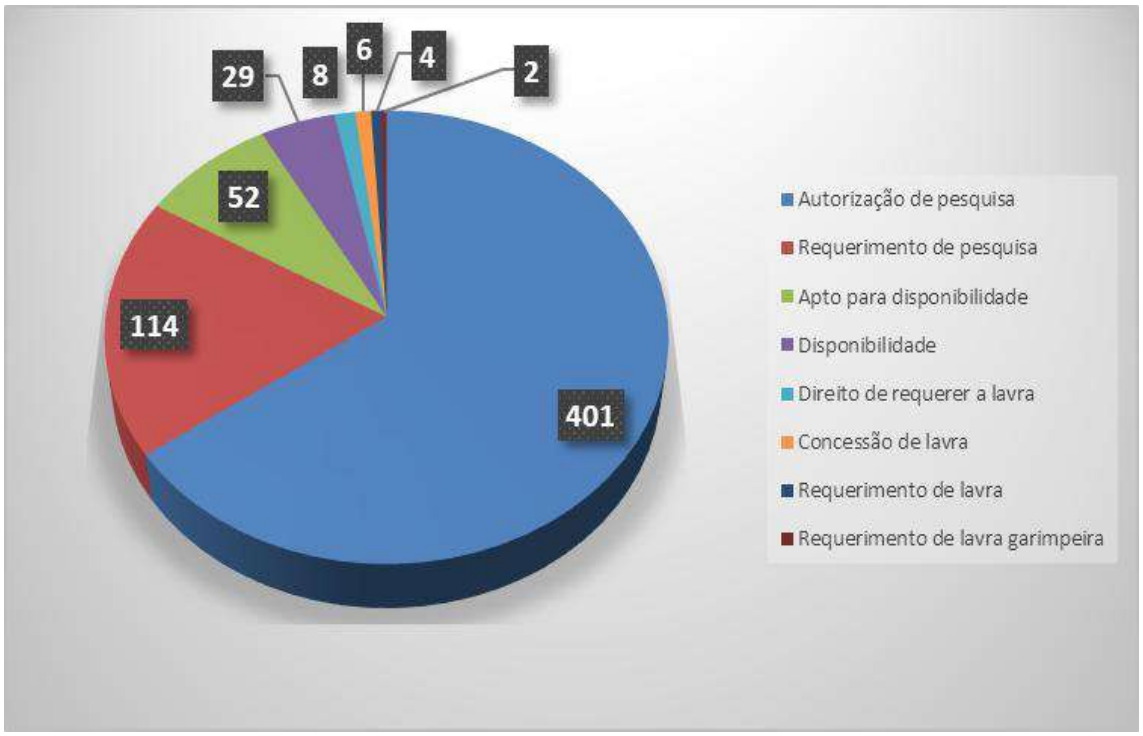
O uso do cobre é exclusivamente industrial no estado, enquanto no Brasil se divide em artesanato, industrial e metalúrgico. Em 2024 havia 616 processos ativos na base de dados Sigmine/ANM cadastrados sob 51 titularidades diferentes para cobre no estado de Goiás, como pode ser visto na Figura 66. A Figura 67 apresenta as ocorrências de processos minerais ativos para cobre no mesmo estado. As áreas dos processos ativos somadas correspondem a 973.789,47 ha, equivalente a 2,86% da área do estado de Goiás.

Essa substância mineral é de grande importância para o estado de Goiás, uma vez que, praticamente sozinha, foi responsável pela captação de R$ 478,50 milhões de CFEM

entre 2008 e 2023 apenas no município de Alto Horizonte-GO, o que equivale a 31,80% de toda a arrecadação com a CFEM pelo estado no mesmo período. Segundo dados do IBGE de 2022, a área territorial daquele município era de 500,342 km² e sua população residente, de 6.072 pessoas. Dessa forma, o município arrecadou, somente com a CFEM, R$ 10.062,65 *per capita* em 2021, ano com maior arrecadação no período de 2008 a 2023.

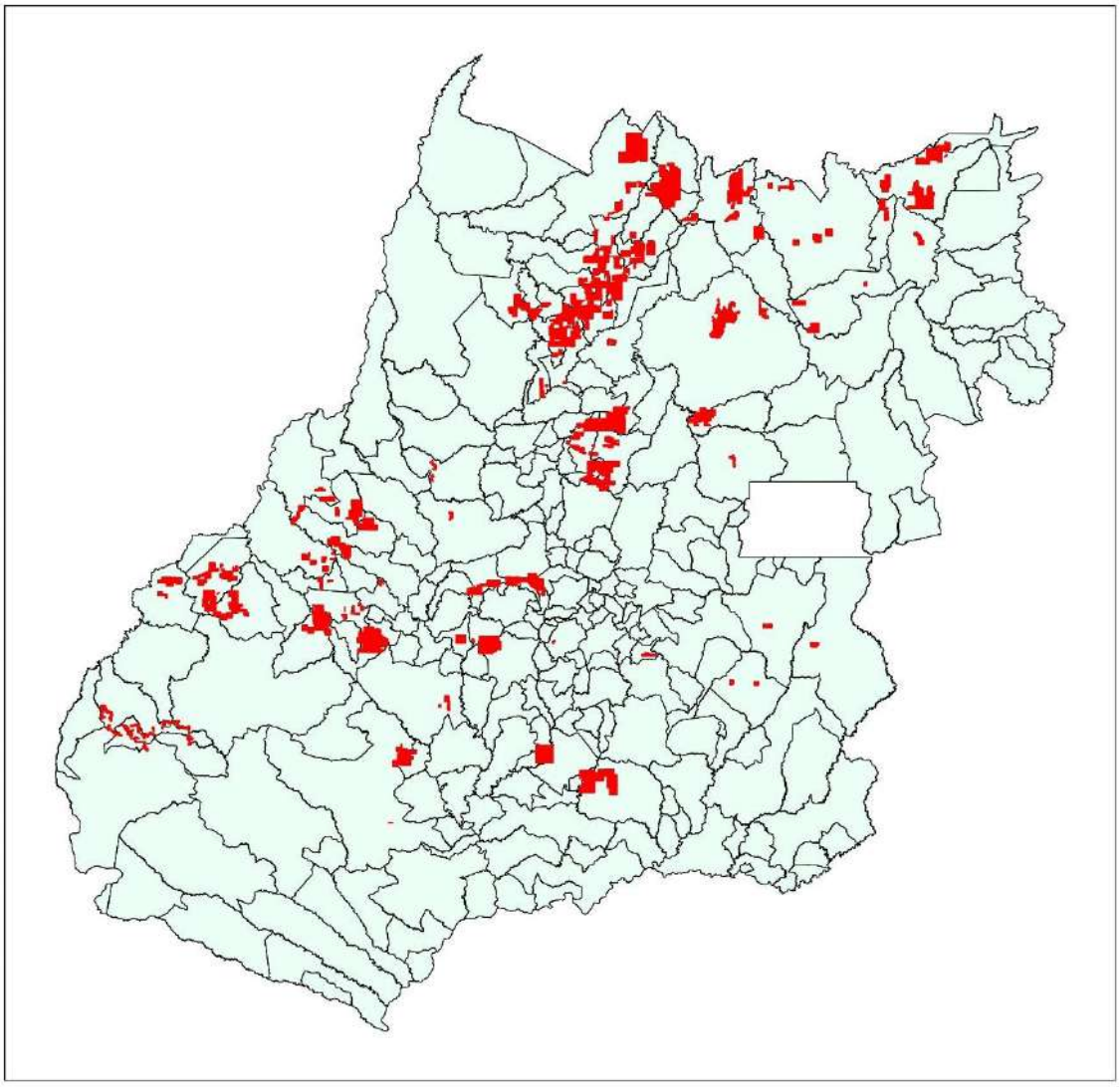
Em 2021 os principais estados produtores de cobre foram Pará (57.393.280 t de ROM com teor médio de 0,66% de Cu), Goiás (37.733.278 t de ROM com teor médio de 0,24% de Cu), Bahia (2.258.807 t de ROM com teor médio de 2,10% de Cu) e Alagoas (2.188.084 t de ROM com teor médio de 0,63% de Cu). No mesmo ano, existiam 7 minas produzindo cobre no Brasil, sendo delas: 4 a céu aberto e uma subterrânea de grande porte; duas a céu aberto e duas subterrâneas de médio porte; e uma a céu aberto de pequeno porte. As principais empresas produtoras de cobre, *aind ame* 2021, foram a Salobo Metais (PA, 45,75%), Vale (PA, 22,60%), Mineração Maracá Indústria e Comércio (GO, 16,14%) e a Mineração Caraíba (BA, 12,98%) (Agência Nacional de Mineração, 2023).

Figura 66 - Processos minerais ativos em função de sua fase para cobre em Goiás



Fonte: Autoria própria.

Figura 67 - Ocorrências de processos minerais ativos para cobre no estado de GO



Fonte: Autoria própria.

6.5 Cromo (Cr)

O cromo é um elemento químico representado pelo símbolo Cr e número atômico 24. É um metal de transição com grande utilização na indústria metalúrgica, principalmente na produção de aços inoxidáveis e de outras ligas especiais. O cromo também pode ser eletrodepositado sobre objetos, em um efeito conhecido como cromagem, que garante, além de beleza, grande resistência química. Os compostos de cromo também são utilizados em pigmentos e tintas, além de materiais refratários. Seu principal minério é a cromita (Brasil Escola, 2024b).

Segundo dados da Agência Nacional de Mineração (2023), a Bahia era o único produtor de cromo no Brasil em 2021, com uma produção bruta *Run of Mine* (ROM) no mesmo ano de 1.431.207 t com teor médio de Cr de 18,18%, totalizando R$ 382.603.454. Já a produção beneficiada de cromo foi de 627.735 t com teor médio de Cr_2O_3 de 39,52%. A base de dados Sigmine/ANM diferencia processos de cromo e cromita (Figura 68) e de cromo (Figura 69), apesar de se tratar da mesma substância mineral. Quando somadas, para as duas substâncias existiam 148 processos ativos (0,06%) na base de dados.

Em Goiás existiam seis processos para cromo e cromita, sendo dois processos em disponibilidade (pertencentes à Ilma Tobias da Silva Eireli Me e à Mineração Brasil Central Ltda.) e quatro requerimentos de lavra, todos pertencentes à Vale S.A. Nota-se que os processos de requerimentos de lavra são de 1970. A área dos processos, quando somada, era de 5.984,95 ha (equivalente à 0,02% da área do estado de Goiás). Tais processos estão concentrados em dois munícipios apenas: Hidrolândia e Santa Filomena do Maranhão. As Figuras 70 e 71 apresentam os processos ativas em Goiás para cromita e cromo respectivamente.

Em 2022 existiam 3 minas produzindo cromo no Brasil, sendo dessas: uma subterrânea de grande porte, uma a céu aberto de médio porte e uma a céu aberto de pequeno porte. Vale citar que a principal produtora de cromo naquele ano foi a Cia de Ferro Ligas da Bahia Ferbasa (BA, 94,26%) (Agência Nacional de Mineração, 2023). A seguir, a Figura 72 apresenta os processos minerais ativos em função de sua fase para cromita e cromo em Goiás.

Figura 68 - Ocorrências de processos minerais ativos para cromita



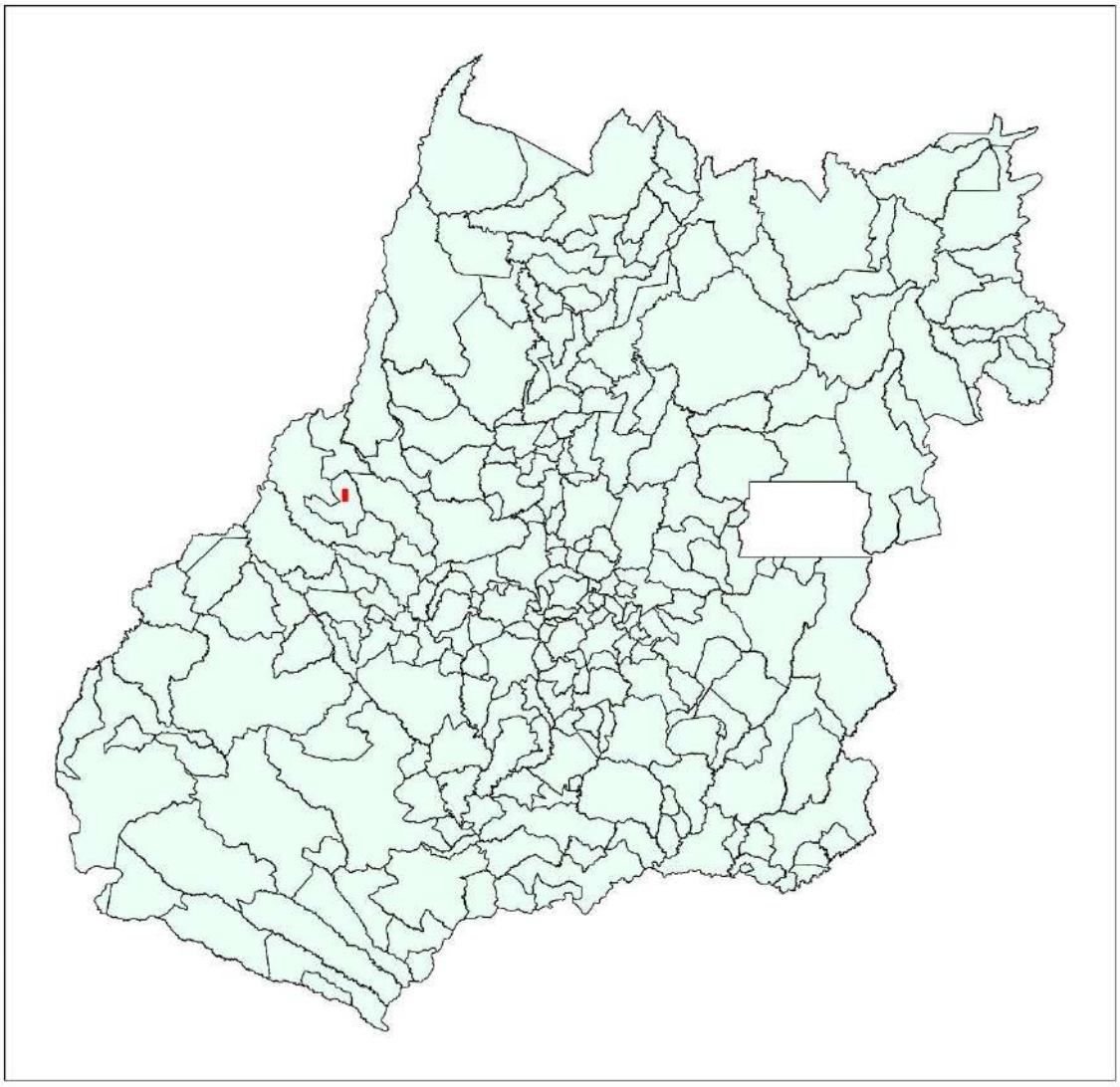
Fonte: Autoria própria.

Figura 69 - Ocorrências de processos minerais ativos para cromo



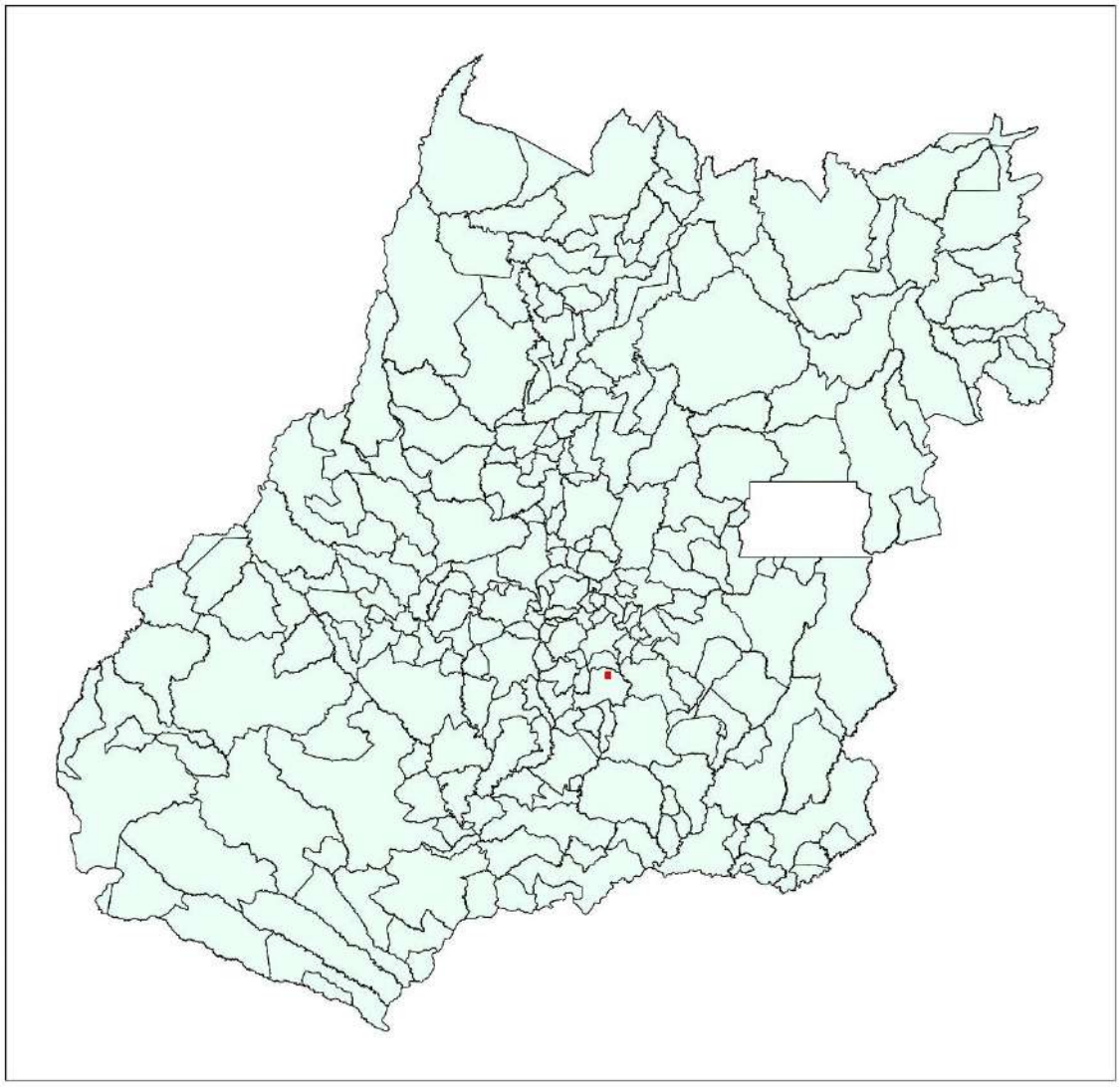
Fonte: Autoria própria.

Figura 70 - Ocorrências de processos minerais ativos para cromita no estado de Goiás



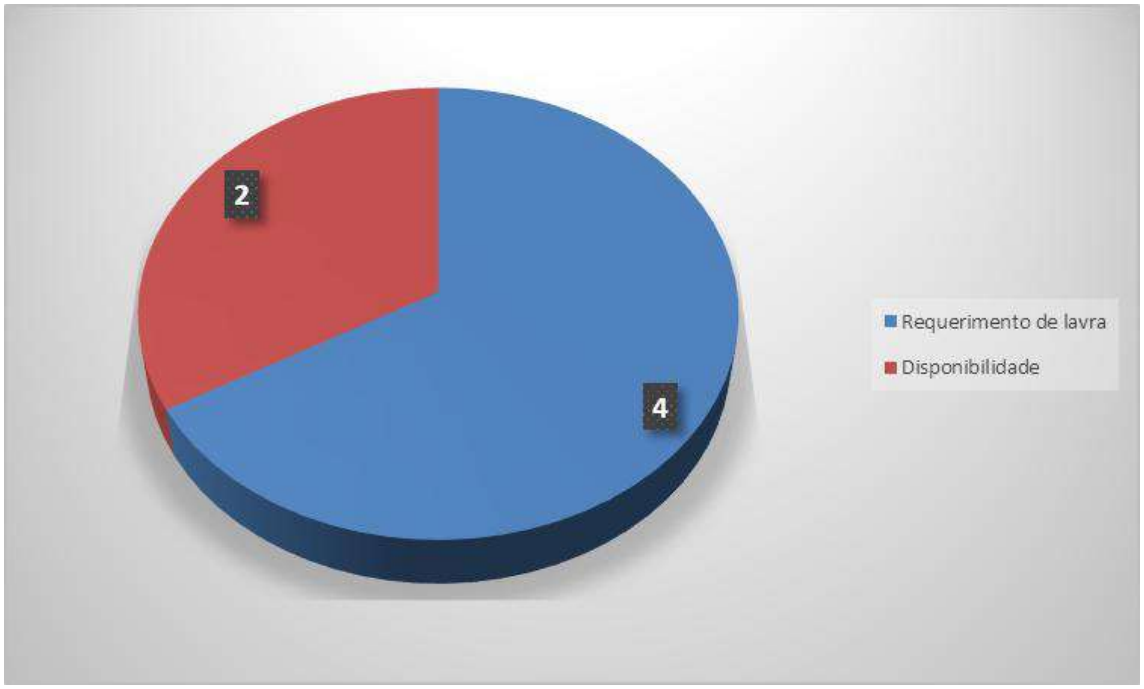
Fonte: Autoria própria.

Figura 71 - Ocorrências de processos minerais ativos para cromo no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

Figura 72 - Processos minerais ativos em função de sua fase para cromita e cromo em Goiás



Fonte: Autoria própria.

6.6 Estanho (Sn)

O estanho (Sn) é um metal de número atômico 50 pertencente ao Grupo 14 da tabela periódica. Esse metal está intimamente ligado à história do desenvolvimento de diversas sociedades, já que, associado ao cobre, forma o bronze, liga metálica bastante explorada durante a chamada Era do Bronze (cerca 3500 a.C.). O estanho também é muito utilizado na fabricação de latas para o acondicionamento de alimentos (Brasil Escola, 2024c).

O estanho é considerado por alguns autores como um metal pesado, e alguns de seus compostos possuem certa toxicidade. Além dos usos já citados, o estanho é empregado na fabricação de folhas de flandres, soldas, outras ligas metálicas, como o peltre, produtos químicos em geral e outras aplicações de menor importância. Usos mais modernos, como fabricação de painéis de celulares, computadores e televisores, sensíveis ao toque, têm ajudado no aumento da demanda por estanho (Brasil Escola, 2024c).

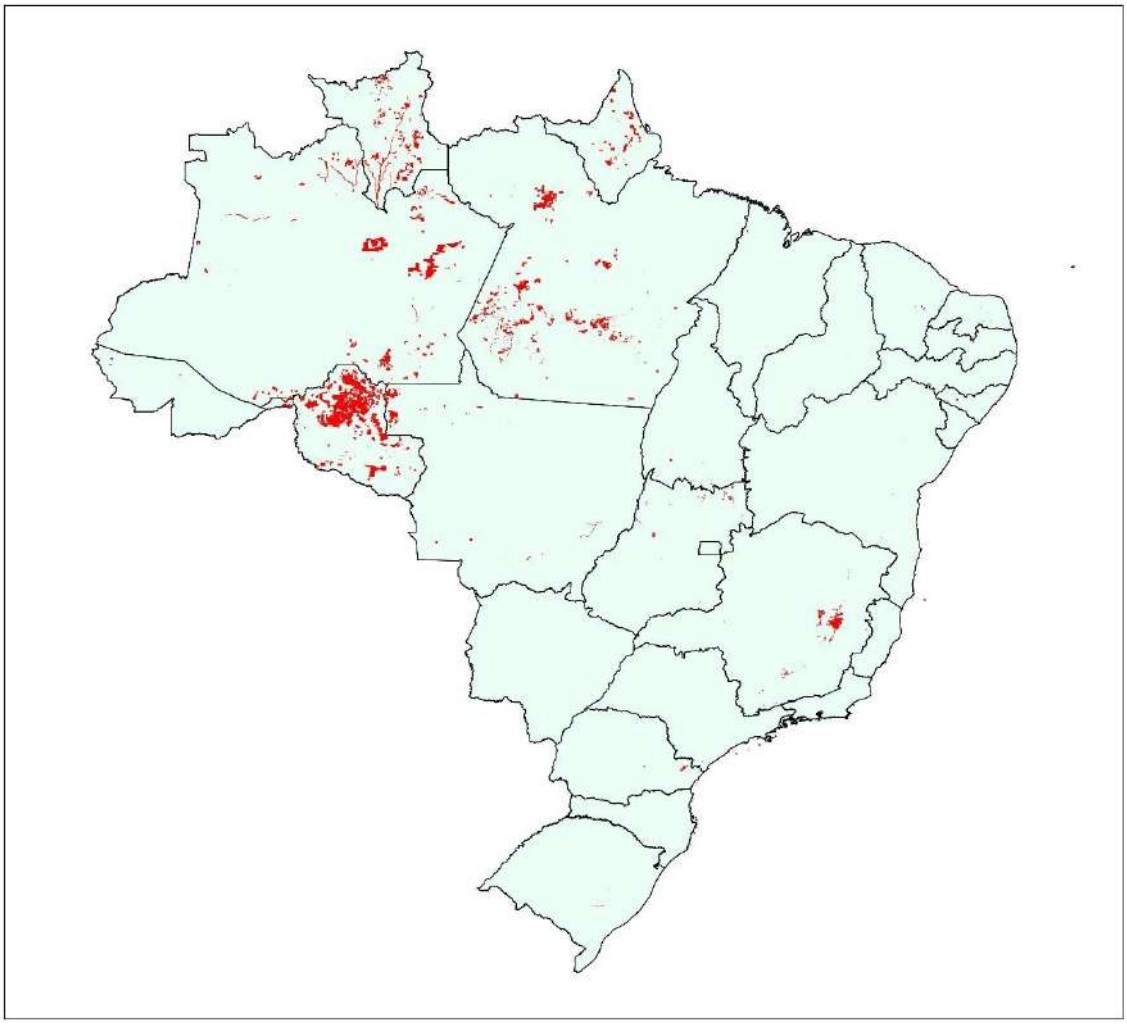
O principal mineral de estanho é a cassiterita (SnO_2). Segundo dados da Agência Nacional de Mineração (2023), a produção brasileira de estanho em 2021 foi de 24.147.707 t com teor médio de 917,59 g/t de Sn, totalizando R$ 1.544.151.737. Os

principais estados brasileiros produtores de estanho são Rondônia (12.025.109 t de ROM com teor médio de 543,06 g/t de Sn), Amazonas (7.446.212 t de ROM com teor médio de 1.700,00 g/t de Sn), Pará (2.749.800 t de ROM com teor médio de 678,79 g/t de Sn), Mato Grosso (1.292.700 t de ROM com teor médio de 656,68 g/t de Sn) e Minas Gerais (633.886 t de ROM com teor médio de 399,77 g/t de Sn). As Figuras 73 e 74 apresentam as ocorrências de processos minerais ativos para cassiterita e para estanho, respectivamente, na base de dados Sigmine/ANM, apesar de serem, em suma, a mesma substância mineral. Quando combinados, esses dois materiais correspondem a 4.695 processos minerais ativos (2,00% de todos os processos na base de dados).

No estado de Goiás, foram encontrados, para a combinação das substâncias cassiterita e estanho, 102 processos minerais ativos (vide Figura 75). Quando combinados, os processos somam uma área requerida de 128771,17 ha (0,38% do estado de Goiás). Quanto à titularidade, os processos foram requeridos por 39 pessoas diferentes, físicas ou jurídicas. As Figuras 76 e 77 apresentam as ocorrências de processos minerais ativos para cassiterita e para estanho em Goiás, respectivamente, na base de dados Sigmine/ANM. Percebe-se que a maioria dos processos se situa no norte do estado em sete municípios, sendo eles Monte Alegre de Goiás, Teresina de Goiás, Nova Roma, São Domingos, Cavalcante, Minaçu e Colinas do Sul.

Em 2022 existiam 17 minas a céu aberto produzindo estanho no Brasil. Dessas, 5 de grande, 8 de médio e 4 de pequeno porte (Agência Nacional de Mineração, 2023). As principais produtoras de estanho naquele ano foram a Cooperativa de Produtores de Estanho do Brasil (RO e PA, 32,06%), Mineração Taboca (AM, 24,29%), Cooperativa dos Fundidores de Cassiterita da Amazônia (MT, 6,68%), Cooperativa de Garimpeiros de Santa Cruz (RO, 6,27%), Cooperativa Mineradora de Ariquemes (RO, 4,41%), Estanho de Rondônia (RO, 3,80%) e a Cooperativa de Mineração dos Garimpeiros de São Félix do Xingu – Coomix (PA, 2,92%).

Figura 73 - Ocorrências de processos minerais ativos para cassiterita



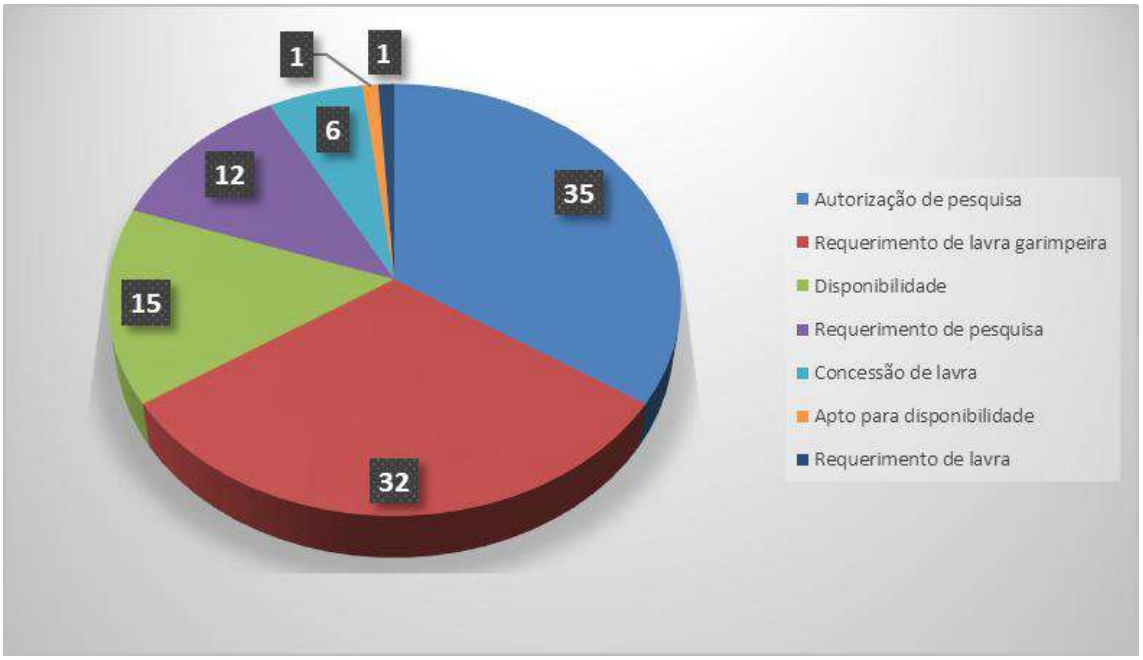
Fonte: Autoria própria.

Figura 74 - Ocorrências de processos minerais ativos para estanho



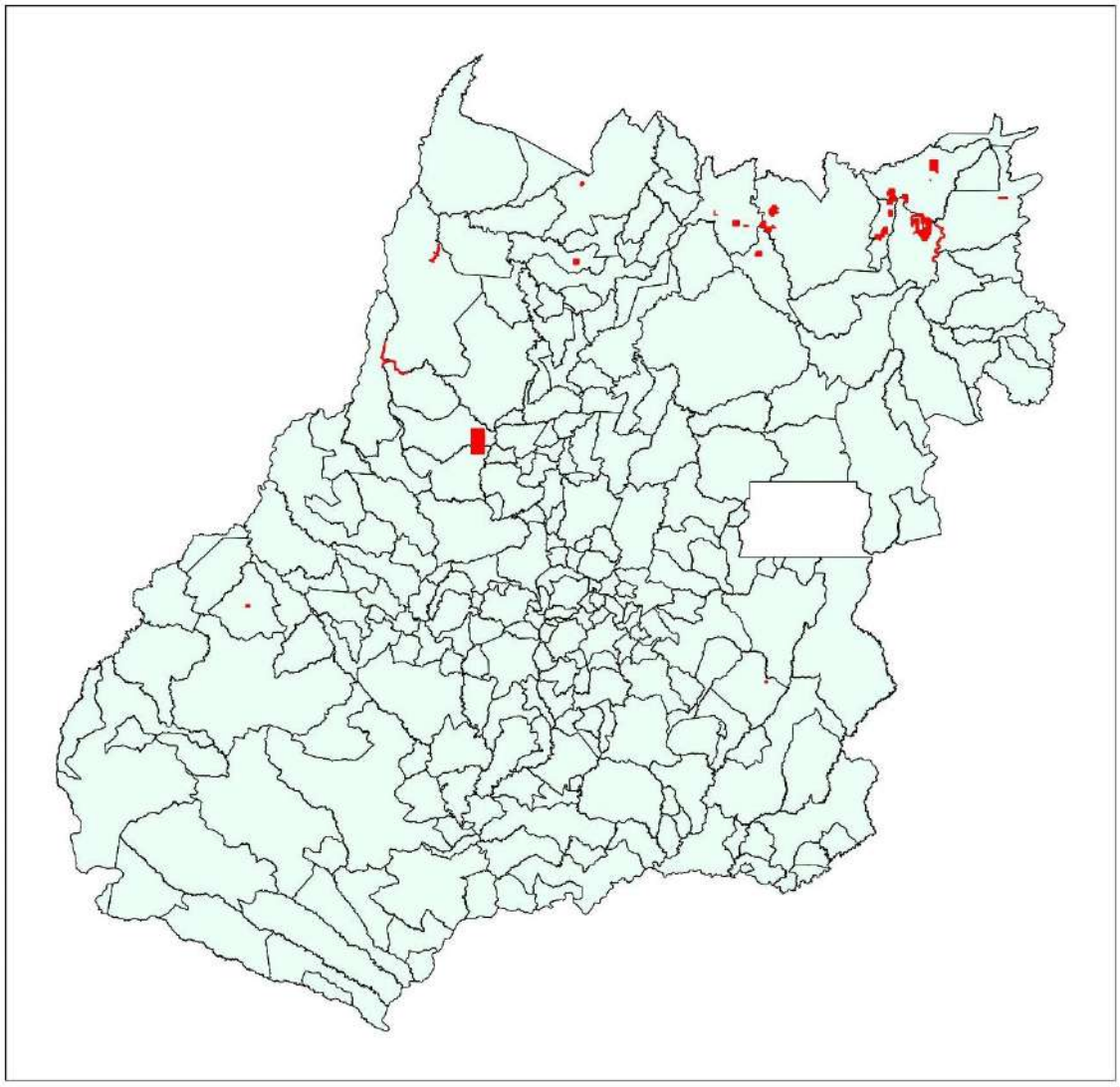
Fonte: Autoria própria.

Figura 75 - Processos minerais ativos em função de sua fase para cassiterita e estanho em Goiás



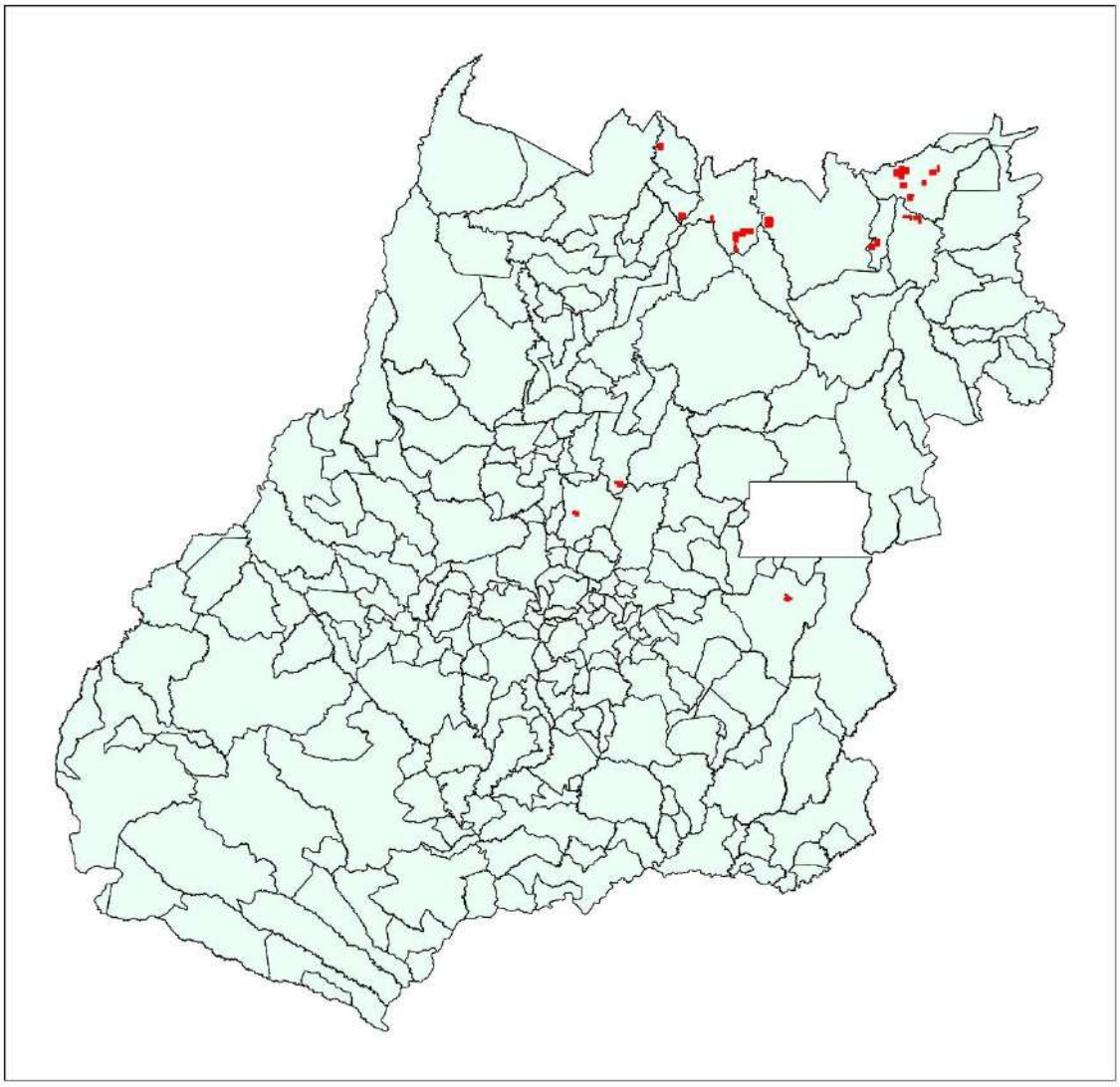
Fonte: Autoria própria.

Figura 76 - Ocorrências de processos minerais ativos para cassiterita no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

Figura 77 - Ocorrências de processos minerais ativos para cassiterita no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

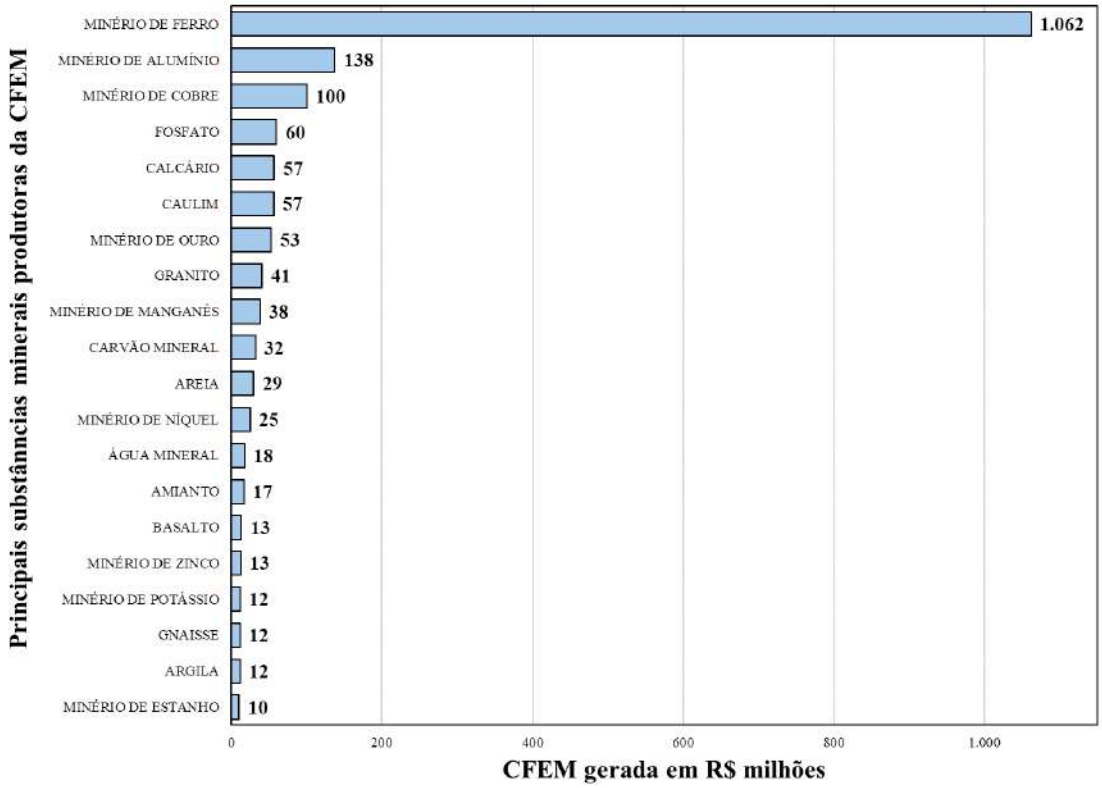
6.7 Ferro (Fe)

O ferro, cujo símbolo é Fe, é o elemento químico de número atômico 26. É o metal mais utilizado no mundo, sendo o quarto mais abundante em massa na crosta terrestre (4,2%). Seus usos são muito amplos, pelo que é essencial para a economia e sociedade. Sua utilização é tão extensa que existe um campo da metalurgia dedicado a estudar a produção do ferro e de suas ligas: a siderurgia. Do ferro faz-se o aço, a liga metálica mais utilizada no planeta. Cerca de 99,0% do minério de ferro concentrado é utilizado na fabricação de aço e de ferro fundido. Outras aplicações são as indústrias de ferroligas e de cimento (Jesus, 2008).

Inúmeros minerais têm ferro como componente essencial, mas somente os óxidos apresentam grandes concentrações desse elemento. Os principais minerais que contêm ferro em sua estrutura cristalina são: hematita (Fe_2O_3), magnetita (Fe_3O_4), goethita (FeO/OH) e siderita ($FeCO_3$). As formações ferríferas compostas de hematita e sílica, denominadas itabiritos, constituem-se nos maiores depósitos de ferro.

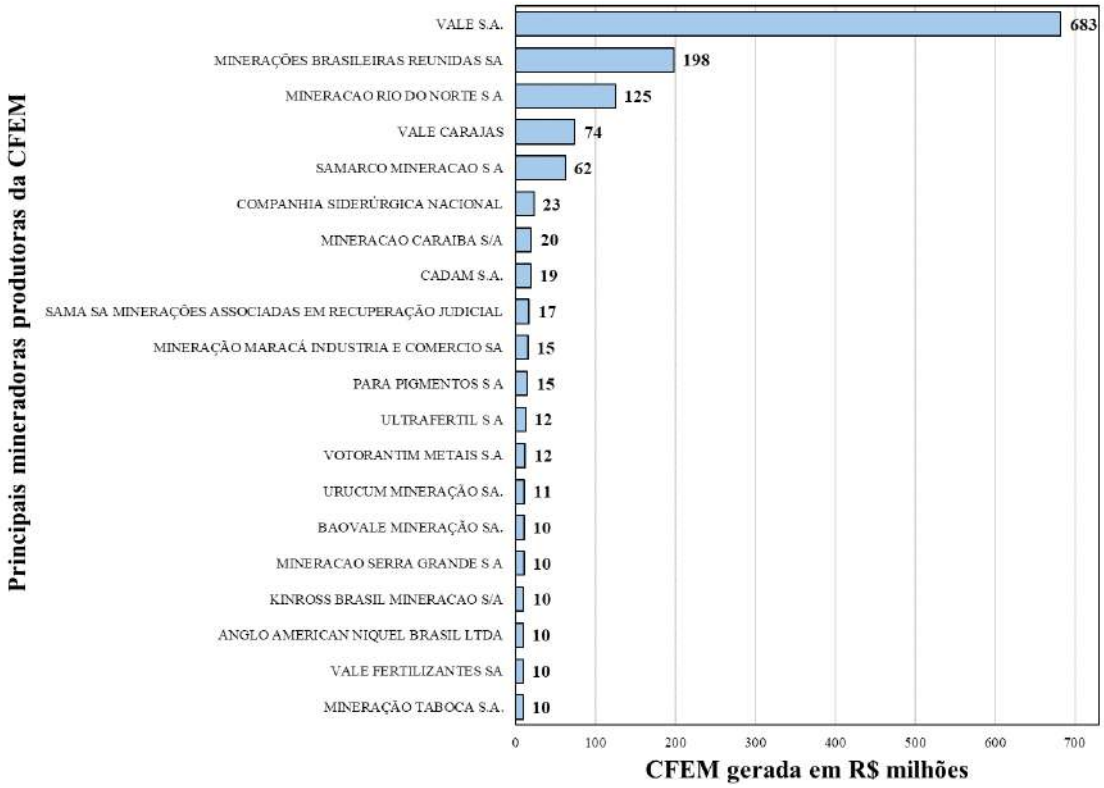
Segundo Jesus (2008), as principais empresas produtoras de minério de ferro no Brasil em 2007 eram: Vale, Minerações Brasileiras Reunidas S/A-MBR, Samarco Mineração S/A e Companhia Siderúrgica Nacional-CSN. Com a incorporação da S/A Mineração da Trindade-SAMITRI, Ferteco Mineração S/A, Mineração Socoimex Ltda. e a participação acionária na Samarco Mineração S/A (50,0%) e na Minerações Brasileiras Reunidas S/A (100,0% do Grupo CAEMI), a Vale passou a ser a maior produtora de minério de ferro em nível mundial em 2007. A Figura 78 apresenta as principais substâncias minerais geradas de CFEM no Brasil para o primeiro trimestre de 2024 (dados extraídos do site Observatório da CFEM). A arrecadação com minério de ferro foi de R$ 1,06 bilhão, representando 56,50% de toda a CFEM arrecada no país. As principais empresas geradoras da CFEM no Brasil podem ser vistas na Figura 79.

Figura 78 - Principais substâncias minerais geradoras de CFEM no Brasil. Resultados apurados para o primeiro trimestre de 2024



Fonte: Autoria própria.

Figura 79 - Principais empresas geradoras da CFEM no Brasil. Resultados apurados para o primeiro trimestre de 2024



Fonte: Autoria própria.

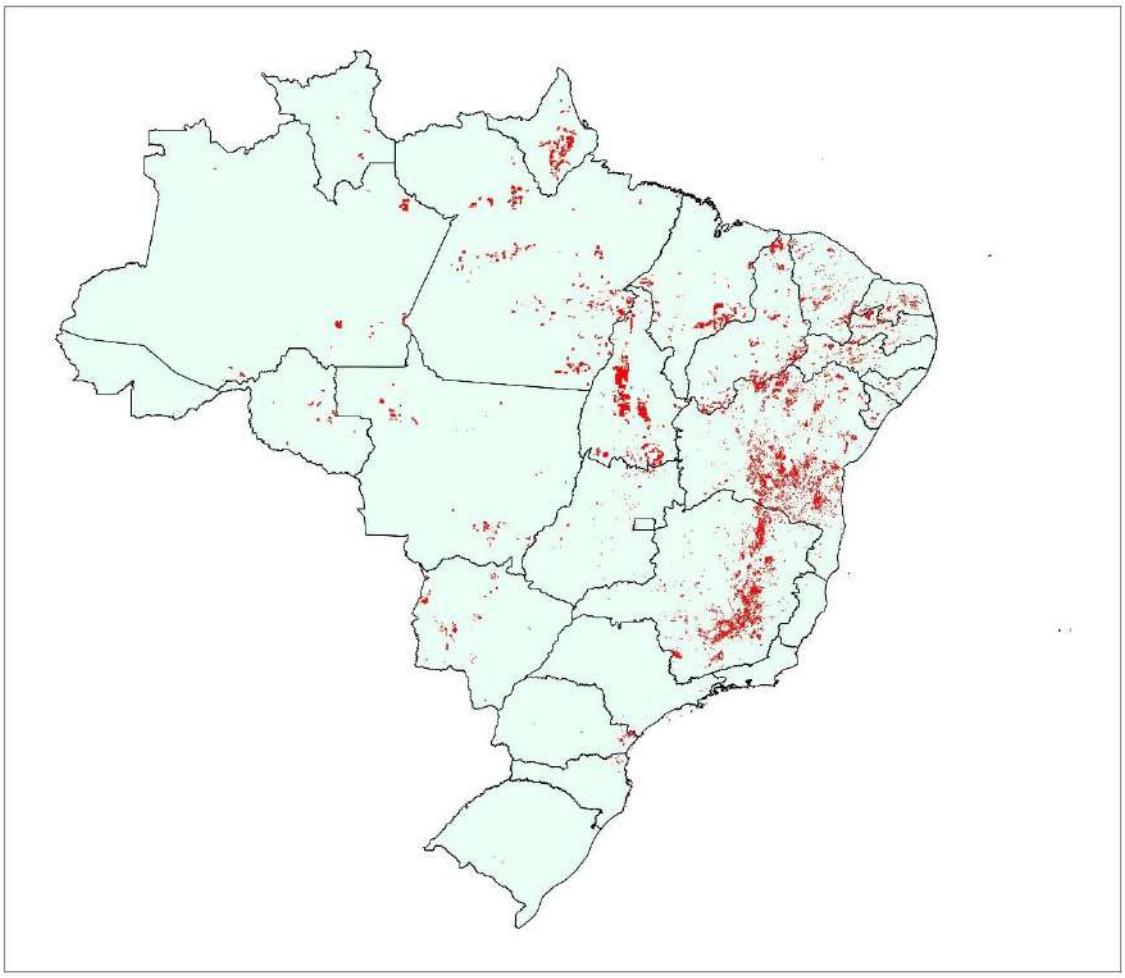
Segundo dados da Agência Nacional de Mineração (2023), a produção brasileira de minério de ferro ROM em 2021 foi de 567.770.006 t, com teor médio de 54,60% de Fe. Os principais estados produtores foram: Pará (192.330.020 t com teor médio de 64,94% de Fe), Minas Gerais (363.345.759 t com teor médio de 48,89% de Fe), Mato Grosso do Sul (8.411.602 t com teor médio de 62,33% de Fe), Bahia (3.358.192 t com teor médio de 60,36% de Fe) e Amapá (324.433 t com teor médio de 58,63% de Fe). A comercialização dessa substância mineral gerou R$ 250.698.910.257 naquele ano.

Em 2022 existiam 82 minas a céu aberto produzindo minério de ferro no Brasil, sendo 46 de grande, 26 de médio e 10 de pequeno porte. As principais produtoras de ferro em 2022 foram: Vale (PA e MG, 71,69%), Anglo *American* Minério de Ferro Brasil (MG, 7,39%), CSN-Mineração (MG, 5,48%), Samarco Mineração (ES, 3,60%) e a Mineração Usiminas (MG, 2,60%) (Agência Nacional de Mineração, 2023).

A Figura 80 apresenta as ocorrências de processos minerais na base de dados Sigmine/ANM para ferro. Foram localizados 12.085 processos ativos (5,14% da base de dados). Para o estado de Goiás, foram localizados 126 processos para ferro e dois processos para hematita (0,91% do total de processos do estado), todos com finalidade

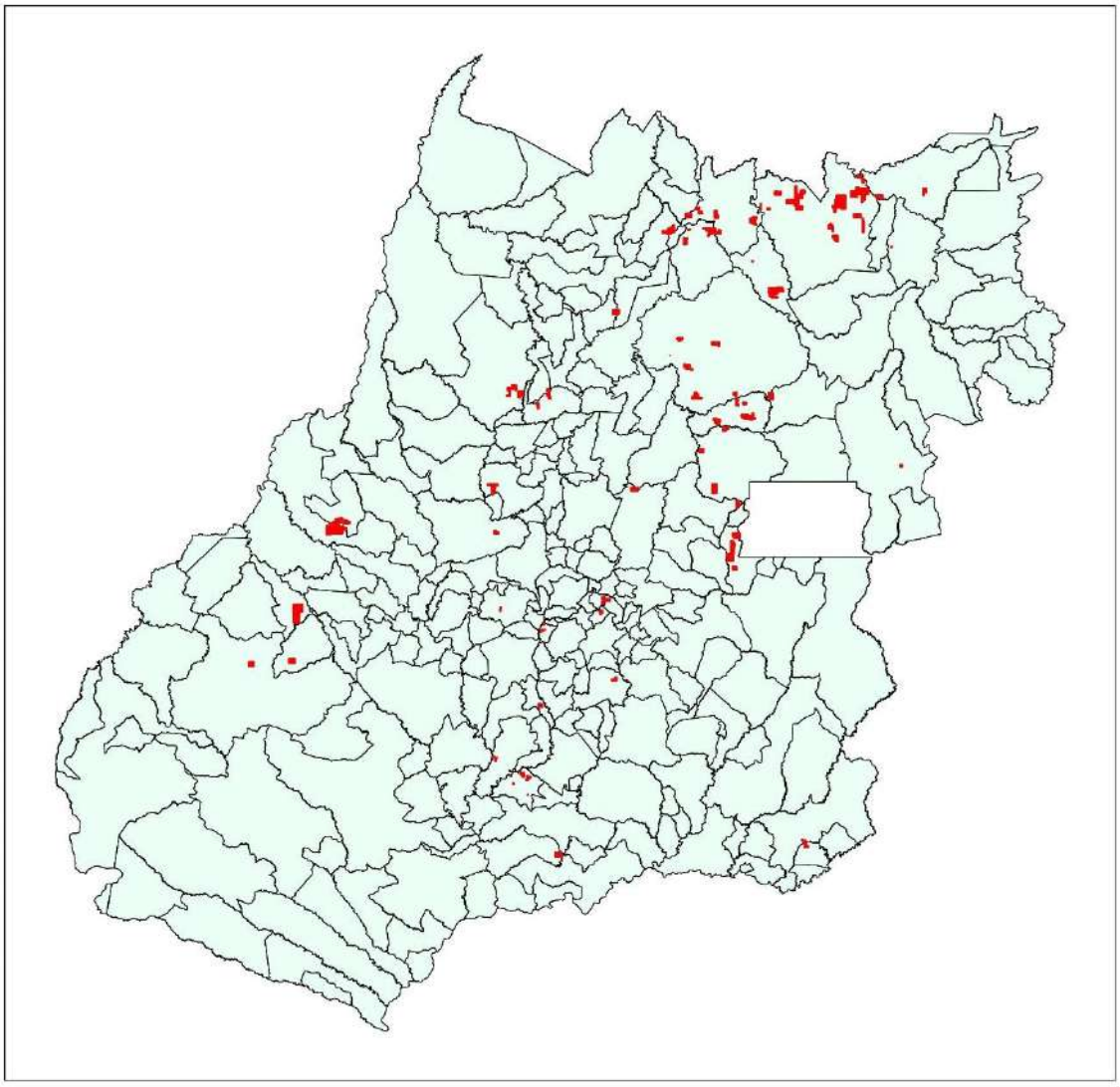
industrial, ocupando uma área requerida de 168.119,98 ha (0,49% do estado de Goiás). Os referidos processos foram protocolados para 66 diferentes titularidades. As Figuras 81 e 82 apresentam os processos ativos para ferro e hematita respectivamente. A Figura 83 apresenta os processos minerais ativos em função de sua fase para ferro e hematita em Goiás.

Figura 80 - Ocorrências de processos minerais ativos para ferro



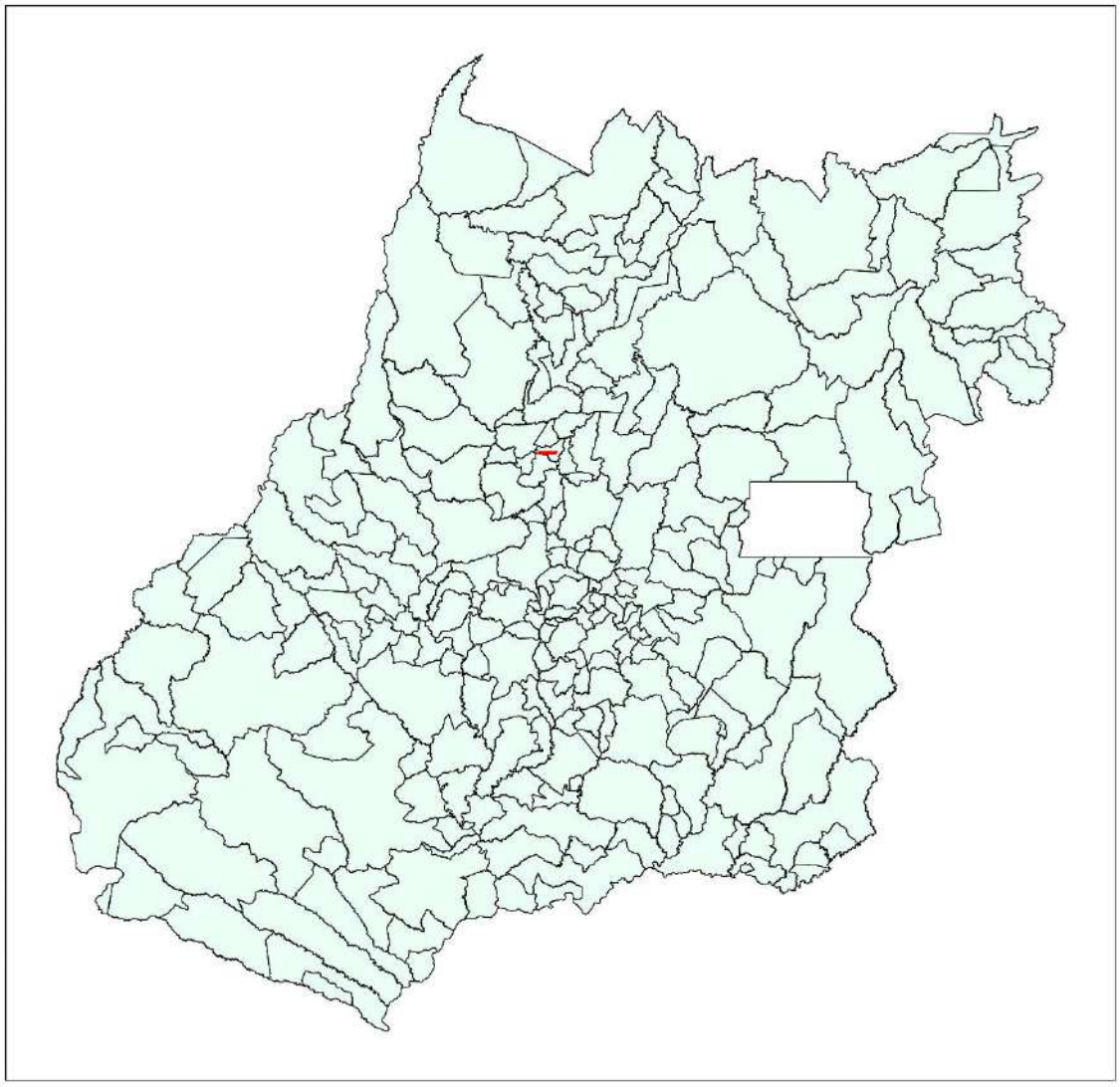
Fonte: Autoria própria.

Figura 81 - Ocorrências de processos minerais ativos para ferro no estado de Goiás



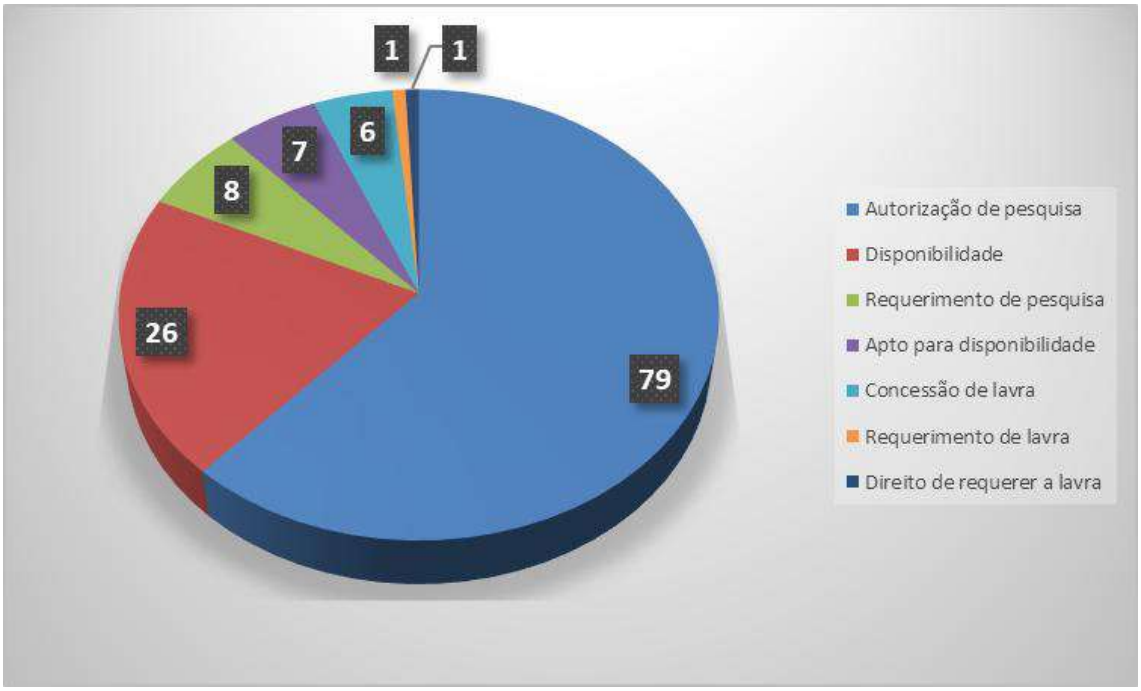
Fonte: Autoria própria.

Figura 82 - Ocorrências de processos minerais ativos para hematita no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

Figura 83 - Processos minerais ativos em função de sua fase para ferro e hematita em Goiás



Fonte: Autoria própria.

6.8 Manganês (Mn)

O manganês (Mn) é um metal de transição com número atômico 25. Ele apresenta brilho metálico característico, alta dureza e é quebradiço. Possui propriedades parecidas com o ferro, podendo sofrer processos corrosivos. É o 12º elemento químico mais abundante da crosta terrestre e seus principais minérios são a pirolusita (MnO_2) e a rodocrosita ($MnCO_3$). Pode ser extraído por processos de eletrólise ou por reações exotérmicas de redução. Apenas um isótopo natural do manganês é conhecido. Uma das características mais interessantes do manganês é a sua capacidade de assumir muitos estados de oxidação diferentes, proporcionando ampla diversidade de compostos químicos formados com outros elementos.

O manganês é um nutriente essencial às plantas e aos animais, inclusive aos humanos, por participar do ciclo de atividade de várias enzimas, sob a forma de íons Mn^{2+}. Na alimentação, esse nutriente pode ser obtido pela ingestão de oleaginosas, nozes, amendoins, avelãs, sementes, mariscos e alguns legumes folhosos.

Segundo Costa, Farias e Silva (2018), as reservas mundiais de manganês em 2016 foram de 708,1 milhões de toneladas (Mt) de minério, distribuídas entre Brasil (136 Mt, 19,3%), África do Sul (200 Mt, 28,2%), Ucrânia (140 Mt, 19,8%), Austrália (91 Mt,

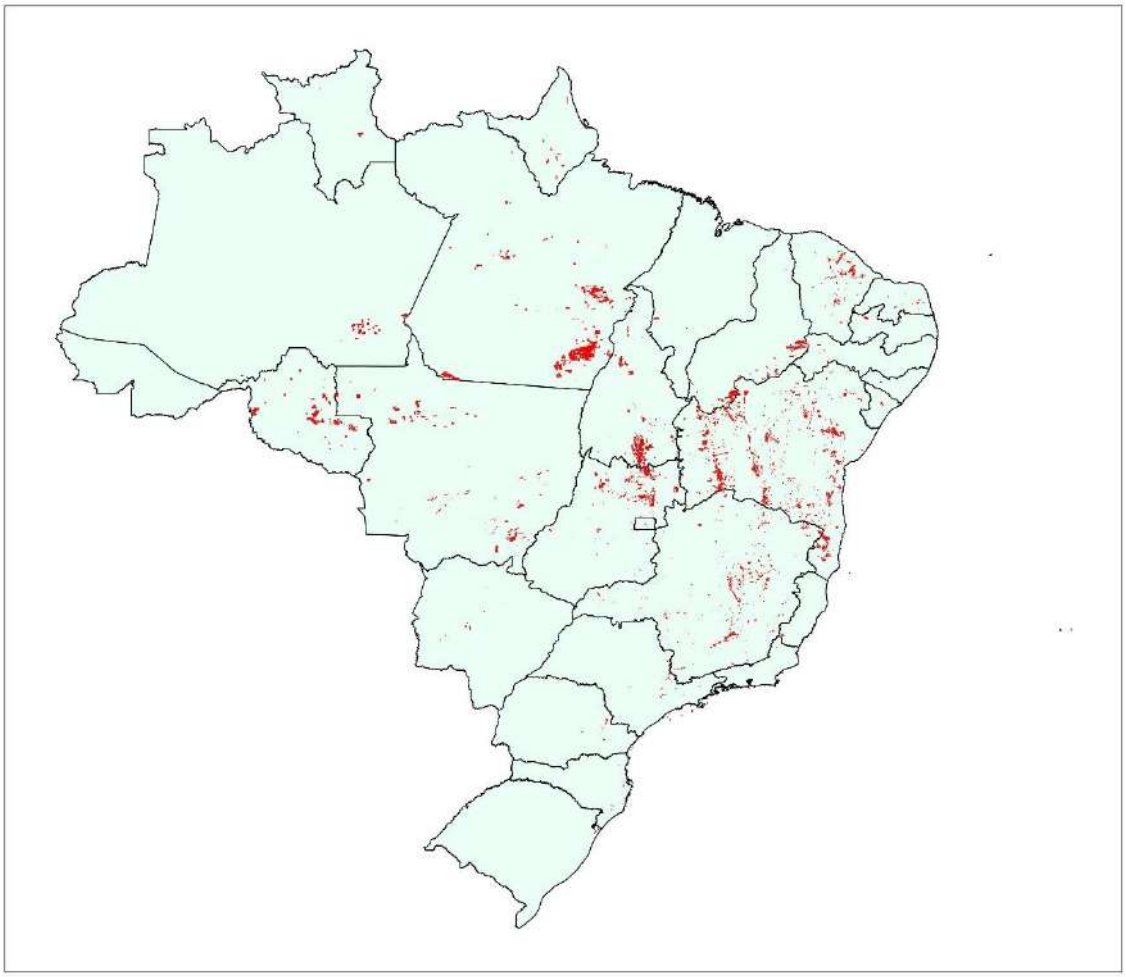
12,9%), Índia (52 Mt, 7,3%), China (44 Mt, 6,1%), Gabão (22 Mt, 3,1%) e Gana (13 Mt, 1,8%). Esses oitos países detinham cerca de 98,5% das reservas mundiais. No Brasil os estados do Pará, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul são as principais regiões de mineração da substância.

A Figura 84 apresenta as ocorrências de processos minerais ativos para manganês. Foram encontrados 5.151 (2,19%) processos ativos na base de dados Sigmine/ANM para a substância. Em 2021 os estados produtores de manganês foram: Pará (720.182 t de ROM com teor médio de 35,15% de Mn), Mato Grosso do Sul (271.011 t de ROM com teor médio de 45,15% de Mn), Minas Gerais (346.475 t de ROM com teor médio de 16,57% de Mn), Tocantins (86.000 t de ROM com teor médio de 22,49% de Mn), Goiás (62.793 t de ROM com teor médio de 43,27% de Mn) e Ceará (288.757 t de ROM com teor médio de 15,66% de Mn).

No mesmo ano de 2021, existiam 17 minas produzindo manganês no Brasil, sendo 4 a céu aberto e uma subterrânea de médio porte e 12 a céu aberto de pequeno porte. As principais mineradoras naquele ano foram a Mineração Corumbaense Reunida (MS, 34,29%), Buritirama Manganês (PA, 27,34%), Continental Exportação de Minério de Manganês (TO, 6,74%), RMB Manganês (PA, 6,59%), Brasil Manganês – Brasman (GO, 5,19%) e a Libra Ligas do Brasil (CE, 4,45%) (ANM, 2022).

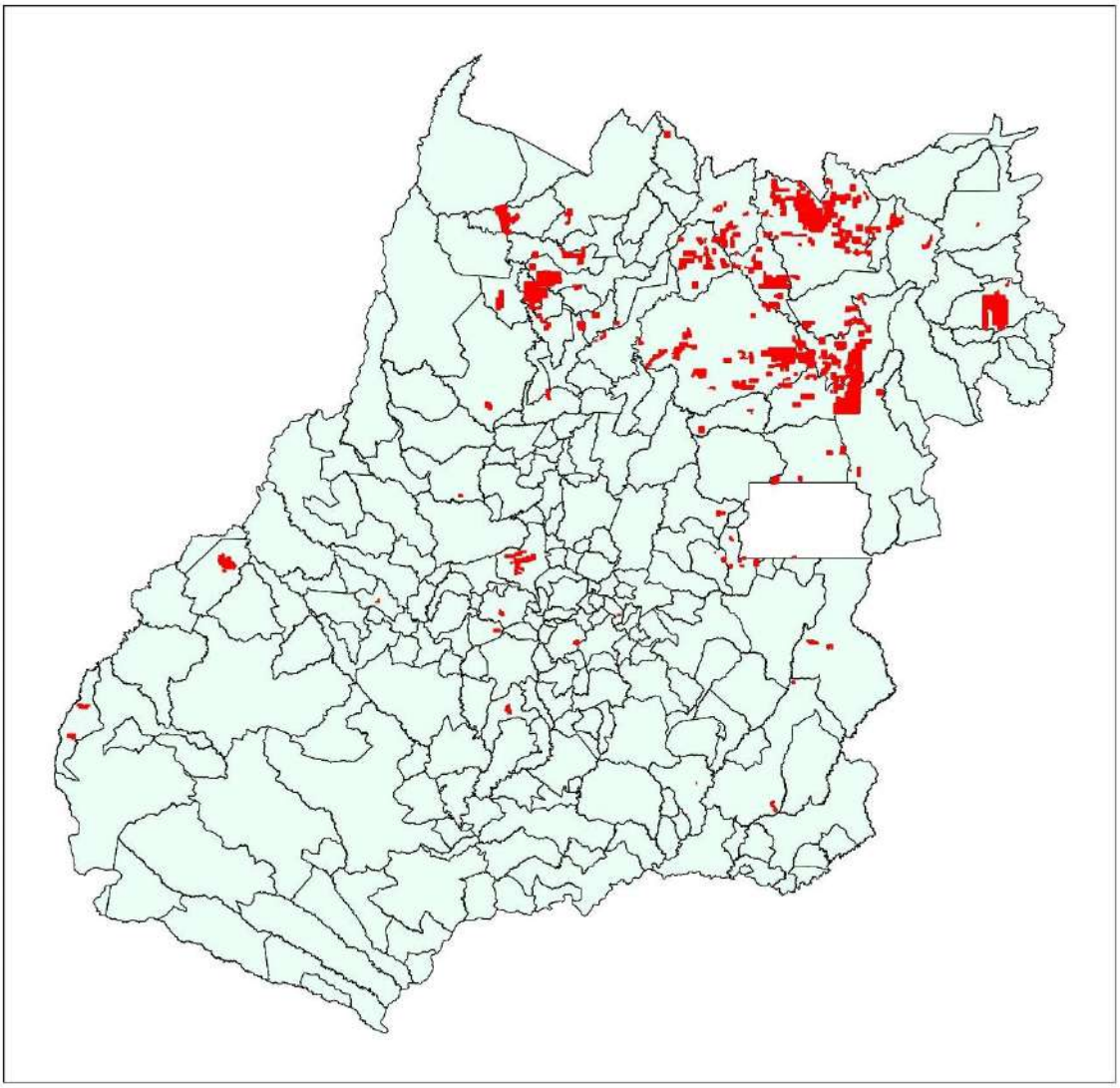
A cidade de Calvalcante/GO congrega não apenas Brasil Manganês (Brasman), mas também a Ferroatlântica Brasil Mineração Ltda. e a Brasmag Mineração e Beneficiamento Ltda., todas operando com manganês. Essas três empresas foram responsáveis pela arrecadação de R$ 756.880,19 e R$ 724.854,12 em 2021 e 2022, respectivamente. Foram encontrados 499 (3,56%) processos ativos no estado de Goiás, emitidos para 173 titularidades diferentes, como pode ser visto na Figura 85. Tais processos cobrem juntos uma área requerida de 670.847,32 ha (1,97% da área de Goiás). A Figura 86 apresenta os processos minerais ativos em função de sua fase para manganês em Goiás.

Figura 84 - Ocorrências de processos minerais ativos para manganês



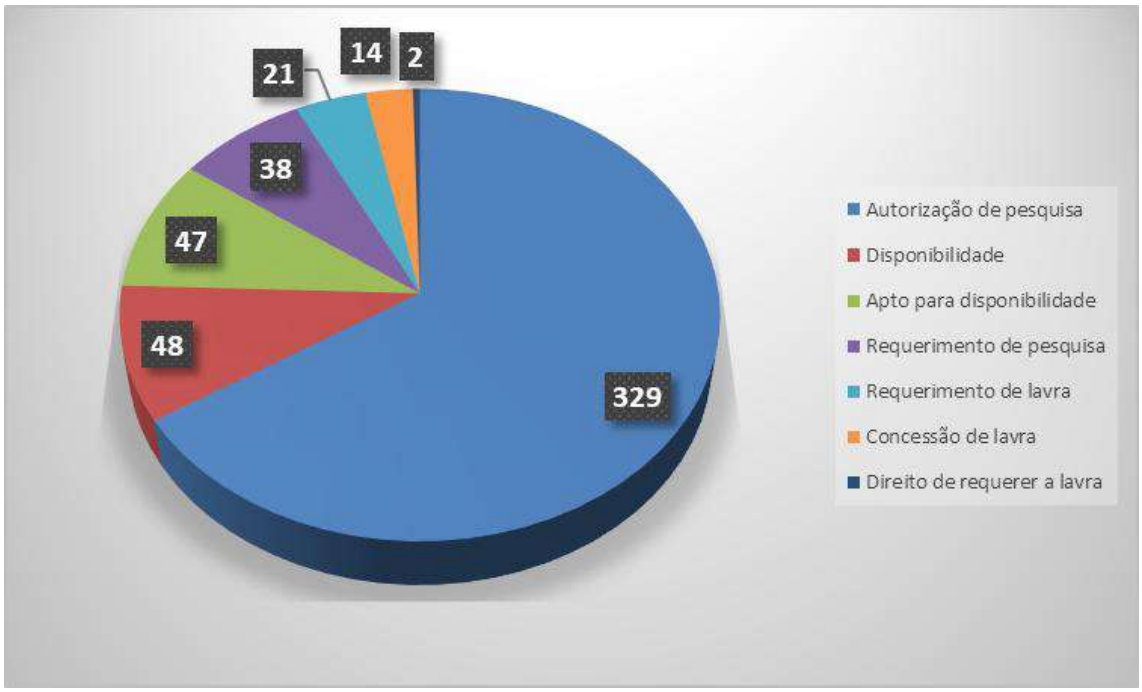
Fonte: Autoria própria.

Figura 85 - Ocorrências de processos minerais ativos para manganês no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

Figura 86 - Processos minerais ativos em função de sua fase para manganês em Goiás



Fonte: Autoria própria.

6.9 Nióbio (Nb)

O nióbio é um elemento químico representado pelo símbolo Nb e pelo número atômico 41. É um metal refratário, ou seja, muito resistente ao calor e à corrosão. Além disso, possui baixa dureza e alta condutividade elétrica. Logo, possui diferentes aplicações, sendo a maioria relacionada a materiais de alta tecnologia, como setores de energia, transportes, aeroespacial e de construção civil.

Segundo a Revista Exame, entre as utilizações do nióbio, têm-se:

- Aços de alta resistência e baixa liga e aços inoxidáveis (ferro-nióbio *standard*);
- Superligas e indústria aeroespacial (ferro-nióbio refinado);
- Indústria óptica e eletrônica (pentóxido de nióbio, Nb_2O_5);
- Supercondutores, tomógrafos e aceleradores de partículas (nióbio metálico e ligas especiais);
- Baterias de veículos elétricos (Brasil, 2023a).

Quando o Nb_2O_5 é adicionado a vidros especiais para a fabricação de lentes, em materiais bioativos, ou mesmo em capacitores cerâmicos, confere propriedades como alto índice de refração, alta constante dielétrica e aumento da transmitância (Bruziquesi *et al.*, 2019). A ocorrência de nióbio na natureza está associada aos pegmatitos, sob a

forma de colombita-tantalita, ou associada a carbonatitos de maciços alcalinos, constituindo-se o mineral denominado pirocloro (Silva, C, 2001). O pirocloro $(Na_3,Ca)_2(Nb,Ti)(O,F)_7$ é um mineral de origem carbonatítica com teor máximo de 71% de pentóxido de nióbio (Nb_2O_5).

Em todo o mundo, 76% dos carbonatitos estão associados a rochas silicáticas alcalinas carbonáticas nos complexos alcalino-carbonatíticos. Tais complexos têm muitas vezes uma evolução diversificada, com muitas oportunidades para formação de mineralizações. Portanto, são de grande interesse econômico e alvos de exploração por empresas de mineração em todo o mundo. Dentre as ocorrências relevantes, estão mineralizações de ETRs, P, Nb, Fe, Ti, Ba, F, Zr, vermiculita, U, carbonatos, Th, Sr, Cu e Ta (Ribeiro *et al.*, 2014).

O Brasil possui as maiores reservas globais de nióbio, com 90% da produção, seguido do Canadá (nas províncias de Quebec e Ontário). Além disso, o Brasil é o líder mundial na produção dessa substância, contribuindo com mais de 98% da produção global. Em termos de reservas, o país possui cerca de 16.166 Mt e seus depósitos se localizam em Minas Gerais, Amazonas, Goiás, Rondônia e Paraíba.

Os principais estados brasileiros com empresas envolvidas na produção de nióbio são Minas Gerais e Goiás, com capacidades de produção de seis milhões de toneladas por ano e 1,3 Mt/ano de minério de pirocloro (ROM) respectivamente. As principais cidades produtoras são Araxá, em Minas Gerais, e Catalão e Ouvidor, em Goiás (vide Figura 87). Ademais, foram encontrados 477 (0,20%) processos ativos na plataforma Sigmine/ANM. A Figura 88 apresenta os processos minerários ativos para columbita ($[Mg, Fe^{++}, Mn] Nb_2O_6$).

Os principais estados produtores de nióbio em 2021 foram: Goiás (8.569.122 t de pirocloro ROM, com teor médio de 0,58% de Nb_2O_5), Minas Gerais (5.500.927 t de pirocloro ROM, com teor médio de 2,54% de Nb_2O_5), Amazonas (7.446.212 t de columbita-tantalita ROM, com teor médio de 0,21% de Nb_2O_5), Rondônia (1.416.651 t de columbita-tantalita ROM, com teor médio de 0,06% de Nb_2O_5) e Pará (99.500 t de columbita-tantalita ROM, com teor médio de 0,05% de Nb_2O_5). Ainda em 2021, existiam três minas a céu aberto produzindo nióbio no Brasil, todas de grande porte.

As principais empresas produtoras de nióbio naquele ano foram a CMOC Brasil Mineração, Industria e Participações (GO, 48,07%), Companhia Mineradora do Pirocloro de Araxá (MG, 40,22%) e a Mineração Taboca (AM, 7,65%) (Agência Nacional de Mineração, 2023). Em Goiás foram encontrados 102 (0,73%) processos

ativos para essa substância mineral, protocolados por 19 diferentes titularidades (Figura 89). Esses processos estão localizados nos municípios de Catalão, Ouvidor, Campo Alegre de Goiás, Três Ranchos, Piranhas, Bom Jardins de Goiás, Montes Claros de Goiás e Aruanã; juntos, cobrem uma área de 162.619,67 ha (0,48% do estado de Goiás). A Figura 90 apresenta os processos minerais ativos em função de sua fase para nióbio em Goiás.

Figura 87 - Ocorrências de processos minerais ativos para nióbio



Fonte: Autoria própria.

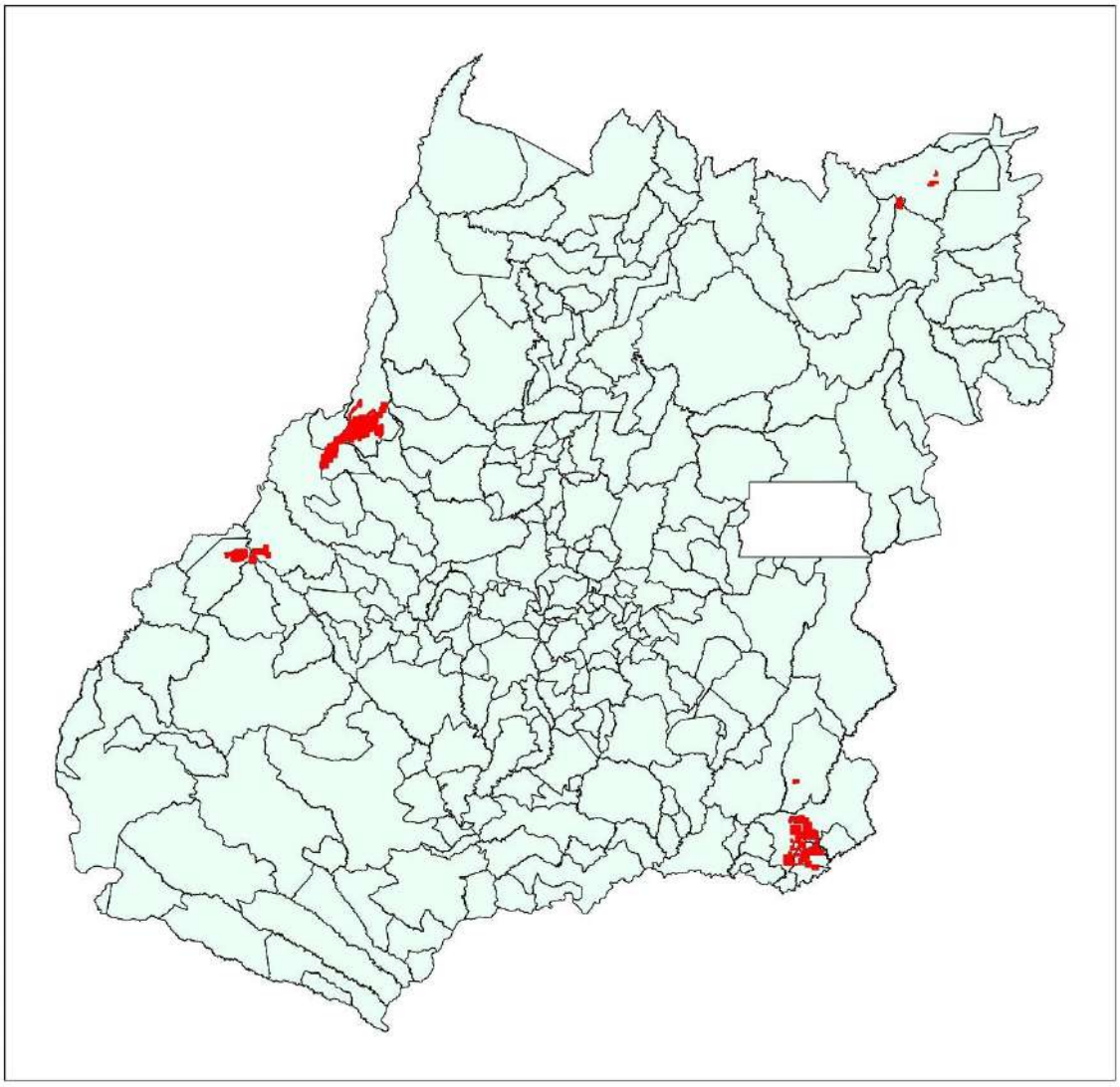
Figura 88 - Ocorrências de processos minerais ativos para columbita



Fonte: Autoria própria.

As reservas lavráveis de nióbio em Goiás são da ordem de 110,5 Mt de minério de pirocloro. As principais minas ativas no estado são a Mina Boa Vista e a Mina Chapadão, ambas pertencentes à empresa Niobras, da CMOC Brasil, subsidiária da *China Molybdenum*. Os concentrados são destinados para uso industrial e metalúrgico, contudo em valores bem menores do que os nacionais.

Figura 89 - Ocorrências de processos minerais ativos para nióbio no estado de Goiás

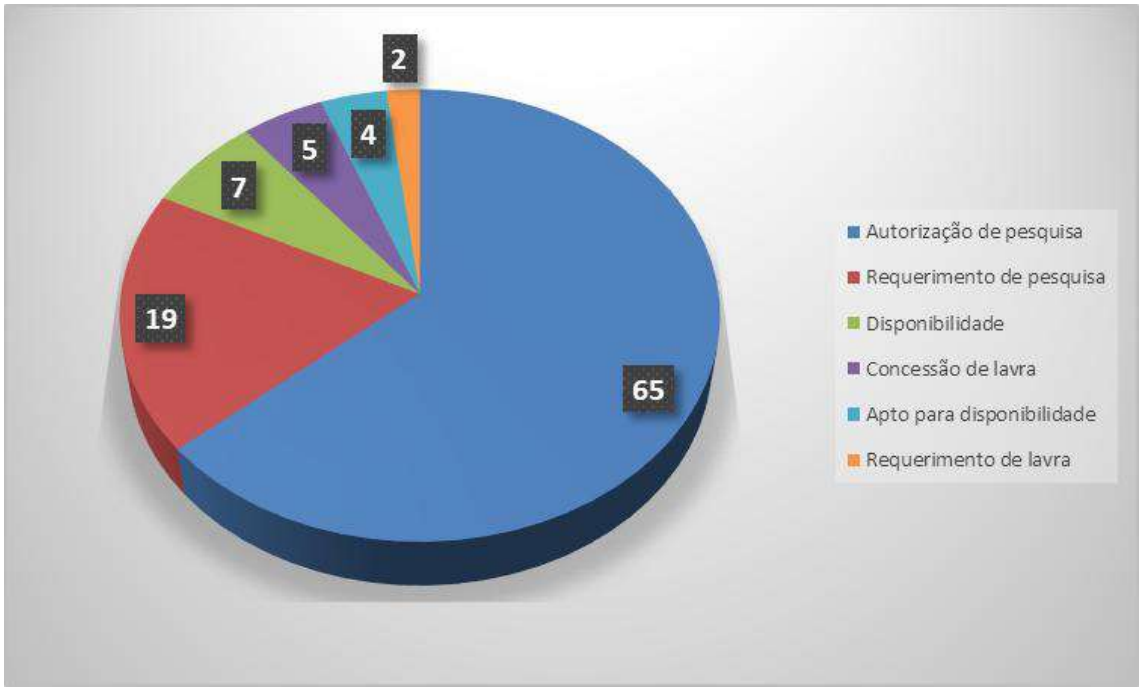


Fonte: Autoria própria.

Os teores de pirocloro contidos no minério lavrado são considerados baixos (em geral da ordem de 0,5% Nb_2O_5). Segundo Silva (2018), a Niobras possui, atualmente, uma mina, a qual é chamada de "Mina da Boa Vista". Após lavrado, o minério é encaminhado para a planta de britagem, localizada nas adjacências da mina, onde passa por estágios de classificação granulométrica, britagem primária e separação magnética. O material não magnético, denominado "escalpado magnético", é estocado em pilhas, enquanto a fração magnética é transportada por caminhões rodoviários para as usinas de processamento mineral. O processamento mineral do nióbio na Niobras é realizado em três usinas: Boa Vista, *Boa Vista Fresh Rock* e *Tailings*. A usina Boa Vista (BV) processa os horizontes intemperizados da Mina da Boa Vista, com teor médio de Nb_2O_5 na alimentação de 0,83% e no concentrado final de 56%. A usina *Boa Vista Fresh Rock*

(BVFR) processa o minério não intemperizado (com teor médio de Nb_2O_5 na alimentação de 1,20% e, no concentrado final, de 58%). No ano de 2018, iniciou-se a alimentação da usina BV com um *blend* composto por 80% de minério da Mina da Boa Vista e por 20% de material retomado da barragem de rejeitos. A usina *Tailings* produz concentrado de nióbio a partir do rejeito da flotação de rocha fosfática das usinas (47 e 76) da Copebrás. O teor médio de Nb_2O_5 na alimentação dessa usina é de 0,67% e, no concentrado final, é de 44%.

Figura 90 - Processos minerais ativos em função de sua fase para nióbio em Goiás



Fonte: Autoria própria.

O processamento mineral do pirocloro é complexo e envolve várias etapas a fim de remover o rejeito e produzir um concentrado final com teor em torno de 60% de Nb_2O_5. Dentre as etapas envolvidas, pode-se citar: cominuição (britagem e moagem), classificação granulométrica, separação magnética, deslamagem, flotação e, em alguns casos, separação gravimétrica. Após todas essas etapas, ocorre o chamado "processo aluminotérmico", onde todo o concentrado de Nb é transformado na liga ferro-nióbio. A prática operacional tem mostrado que apenas uma ou duas etapas de concentração não são suficientes para obter-se um concentrado com as especificações necessárias para o processo metalúrgico (Silva, 2018).

A empresa CBMM, localizada em MG, atua desde a exploração e processamento do minério de nióbio até o refino e a metalurgia, produzindo óxido de nióbio, óxidos

especiais, ligas especiais e nióbio metálico. Em Goiás, contudo, embora a Niobras também atue desde a extração até a metalurgia, produz-se apenas a liga ferro-nióbio. Assim, entende-se que seria uma oportunidade interessante para Goiás junto à CMOC desenvolver novas rotas e oportunidades de negócios, ampliando a cartilha de produtos produzidos no estado (tais como baterias para carros elétricos) e visando atender a um mercado que está em amplo crescimento no país. Estimativas do Plano Nacional de Mineração 2050 projetam uma produção de 171,7 mil toneladas de nióbio em 2050.

Os principais clientes do Brasil para o nióbio e suas ligas são: China (42,3%), Países Baixos (19,7%), Singapura (7,7%), Coreia do Sul (7,5%), Estados Unidos (7,0%), Japão (6,0%), Índia (2,0%), Hong Kong (1,8%) e outros (5,9%), segundo dados do Instituto Brasileiro de Mineração (2024).

6.10 Níquel (Ni)

O níquel é um elemento químico representado pelo símbolo Ni e número atômico 28, sendo o 5º elemento mais abundante no planeta. É um metal altamente resistente à corrosão, mais duro que o ferro, excelente condutor de calor e eletricidade, sendo empregado na fabricação de diferentes ligas metálicas. Possui a propriedade de ferromagnetismo, ou seja, é capaz de se imantar fortemente na presença de um campo magnético. Sua aplicação principal é na produção de aço inoxidável. As reservas brasileiras de minério de níquel são de 15.991 Mt, representando 18,9% do total mundial.

O níquel é uma das ligas metálicas mais importantes na indústria de aço inoxidável e sua demanda deverá aumentar, uma vez que é empregado no desenvolvimento de tecnologias mais limpas, como baterias de veículos elétricos e energia eólica e solar. De acordo com a Agência Internacional de Energia, espera-se que a demanda de níquel aumente 40 vezes até 2040 a fim de satisfazer o crescimento do mercado de veículos elétricos. Em Goiás, atualmente, sua aplicação ocorre em processos industriais e metalúrgicos.

Na natureza, o níquel está associado normalmente ao ferro (Fe) ou enxofre (S). A extração ocorre, principalmente, de dois tipos de depósitos:

- **Lateritas:** Seus principais minérios são a limonita niquelada (Fe,Ni)O(OH) e a garnierita, um silicato hidratado de níquel $(Ni,Mg,Fe)_4Si_6O_{15}.6H_2O$;

- **Sulfetos niquelados:** Seu principal minério é a pentlandita $(Fe,Ni)_9S_8$, a qual ocorre em algumas regiões da África do Sul e da América do Norte.

Austrália, Indonésia, África do Sul, Rússia e Canadá respondem por mais de 50% dos recursos globais de níquel (Nickel Institute, ©2024). O Brasil possui importantes reservas de níquel, geralmente associadas a depósitos lateríticos, os quais se constituem de formações minerais encontradas em climas tropicais, locais onde a umidade e o calor desencadeiam a laterização, um processo de decomposição química das rochas. Isso libera minerais, incluindo metais como níquel e alumínio, que são transportados pela água da chuva para camadas mais baixas do solo, acumulando-se e formando depósitos valiosos.

As empresas que se destacam na produção do minério de níquel no Brasil são a Anglo *American* Níquel Brasil, localizada em Barro Alto, e a *Wave Nickel*, em Niquelândia, ambas no estado de Goiás, seguidas pela Vale, no Pará, e pela *Atlantic Nickel* Mineração, na Bahia. Em 2021 os principais estados produtores de níquel foram Goiás (3.519.592 t de ROM com teor médio de 1,36% de Ni), Pará (2.647.940 t de ROM com teor médio de 1,52% de Ni) e Bahia (6.281.020 t de ROM com teor médio de 0,50 % de Ni).

Goiás beneficiou, ainda em 2021, 159.992 t de minério de níquel, com teor inicial de 1,36% e concentrado final de 26,09% Ni (Agência Nacional de Mineração, 2023). Em termos de ligas, a Anglo *American* produz, em média, 45.000 t de ferro-níquel por ano, sendo o material aplicado, principalmente, na indústria global de aço inoxidável. Em 2021 existiam quatro minas a céu aberto produzindo níquel no Brasil, sendo três de grande e uma de pequeno porte. As principais empresas produtoras de níquel naquele ano foram a Anglo *American* Níquel Brasil (GO, 55,93%), a Vale (PA, 23,76%) e a *Atlantic Nickel* Mineração (BA, 20,29%) (Agência Nacional de Mineração, 2023).

A Figura 91 apresenta as ocorrências de processos minerais ativos para o níquel. No total, foram encontrados 1.431 (0,61%) processos ativos na base de dados Sigmine/ANM. No estado de Goiás, foram encontrados 332 (2,37%) para níquel (Figura 92) ou silicatos de níquel (Figura 93), protocolados por 55 titularidades diferentes, para uso industrial ou metalúrgico. Somados, esses processos ocupam uma área requerida de 436.496,85 ha (1,28% da área do estado de Goiás). A Figura 94 apresenta os processos minerais ativos em função de sua fase para níquel ou silicatos de níquel em Goiás.

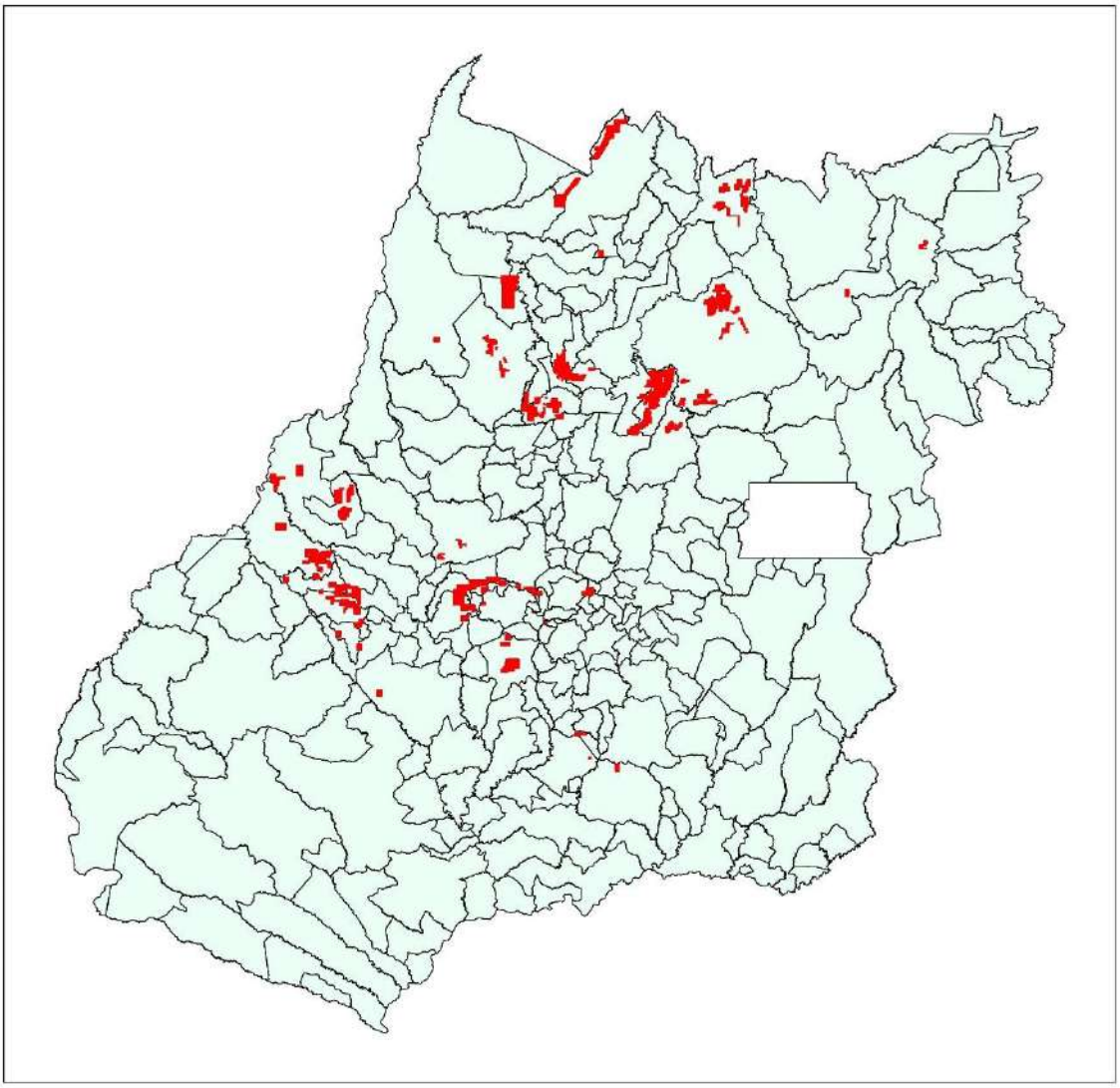
De acordo com o Instituto Brasileiro de Mineração (2023), investimentos de pelo menos US$ 1,06 bilhão até 2025 estão previstos no Brasil para aumentar a produção de níquel. Esses investimentos são motivados pela antecipação de uma maior demanda em decorrência das transformações na matriz energética e dos preços historicamente altos do níquel, resultantes da crise na Ucrânia, que é o principal produtor mundial desse metal. Isso tem suscitado preocupações em relação ao fornecimento global do níquel.

Figura 91 - Ocorrências de processos minerais ativos para níquel



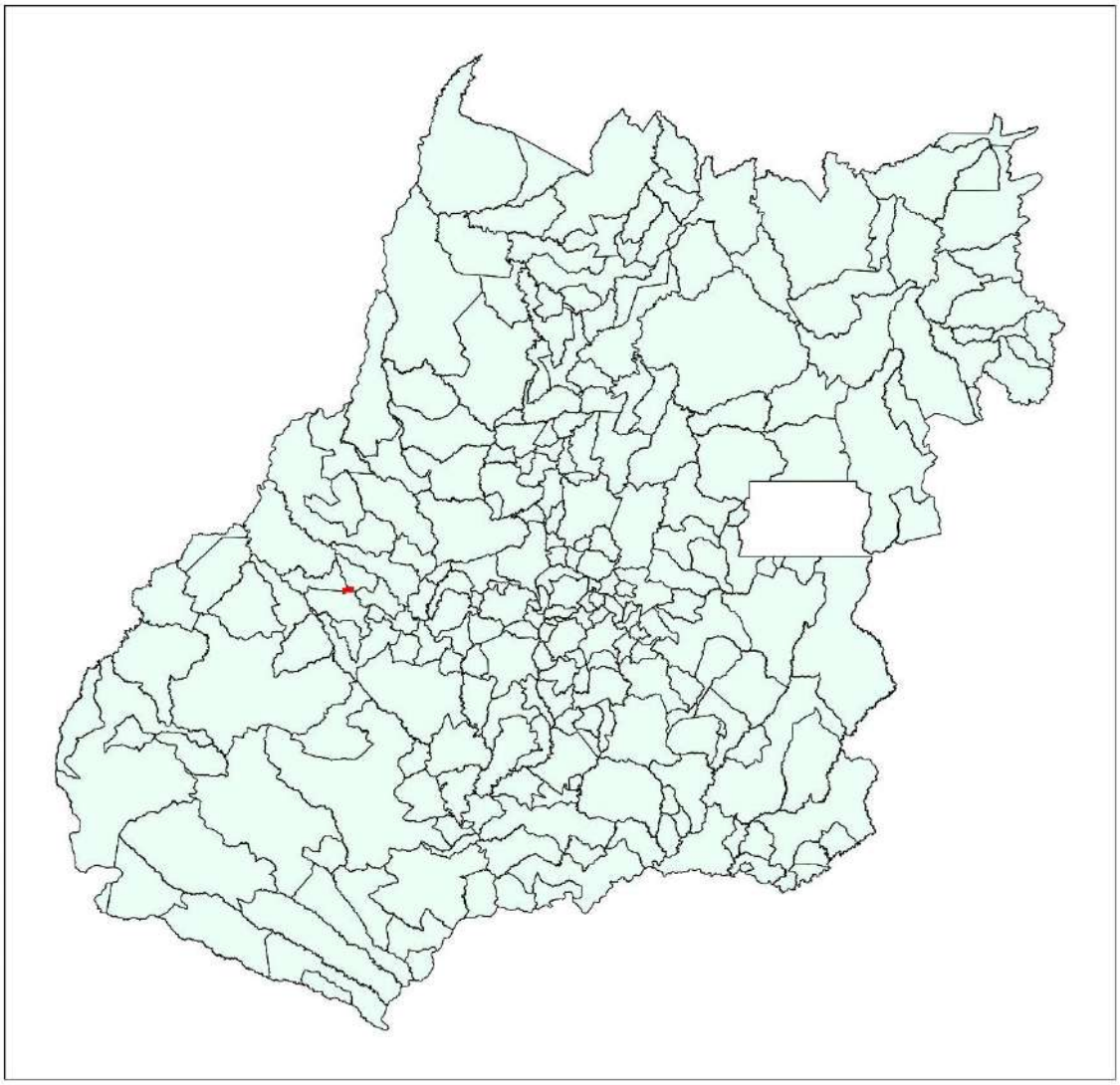
Fonte: Autoria própria.

Figura 92 - Ocorrências de processos minerais ativos para níquel no estado de Goiás



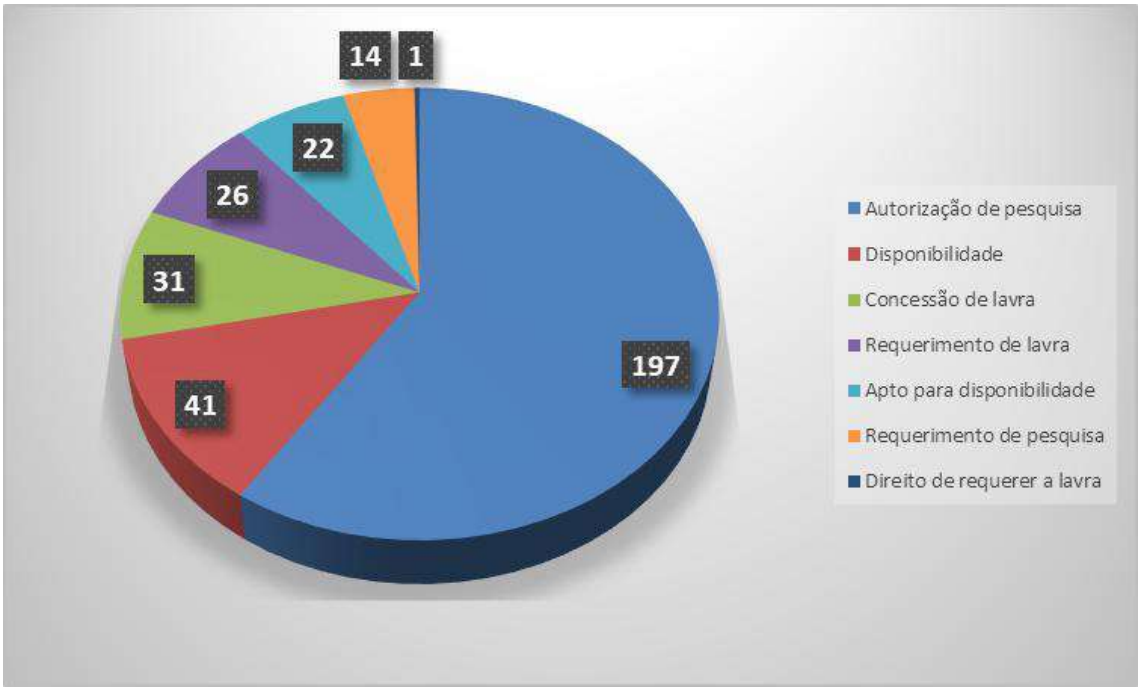
Fonte: Autoria própria.

Figura 93 - Ocorrências de processos minerais ativos para silicatos de níquel no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

Figura 94 - Processos minerais ativos em função de sua fase para níquel ou silicatos de níquel em Goiás



Fonte: Autoria própria.

6.11 Ouro (Au)

O ouro é um elemento químico representado pelo símbolo Au e pelo número atômico 79. Possui características de ser macio, maleável, dúctil e inerte à maioria das substâncias químicas. É considerado o metal mais maleável de todos, além de ser excelente condutor de eletricidade e calor.

O ouro tem características intrínsecas que o transformam em uma *commodity*. Trata-se de um bem homogêneo, com baixo custo de transporte e negociado em larga escala nas principais bolsas de valores no mundo (Brasil, 2022). Segundo o Minerals Council (2024), seu uso ocorre principalmente em:

- **Joalheria:** O uso do ouro na fabricação de joias remonta a cerca de 6.000 anos. Aproximadamente 78% do ouro total extraído anualmente é transformado em joalheria;
- **Componentes elétricos e eletrônicos:** Fabricação de conectores elétricos resistentes à corrosão, revestimento nos conectores usados em diferentes tipos de fiação, como cabos USB, cabos de vídeo e cabos de áudio;

- **Aeroespacial:** Usado para lubrificar várias peças mecânicas, em circuitos para conduzir eletricidade e para revestir o interior de naves espaciais para proteger as pessoas no interior da radiação infravermelha e do calor;
- **Medicina:** Ligas de ouro têm aplicações em odontologia restauradora E, na medicina, o metal é utilizado na forma de sal ou radioisótopos que são tomados por via oral ou por injeção para aliviar certas condições, incluindo artrite reumatoide grave e tuberculose. Pequenas quantidades de isótopos de ouro são utilizadas no diagnóstico e no tratamento de certas doenças;
- **Mercado financeiro:** Ao longo da história, o ouro foi visto como um símbolo de riqueza e utilizado para transações financeiras. O ouro ainda é o metal precioso mais popular para investimentos.

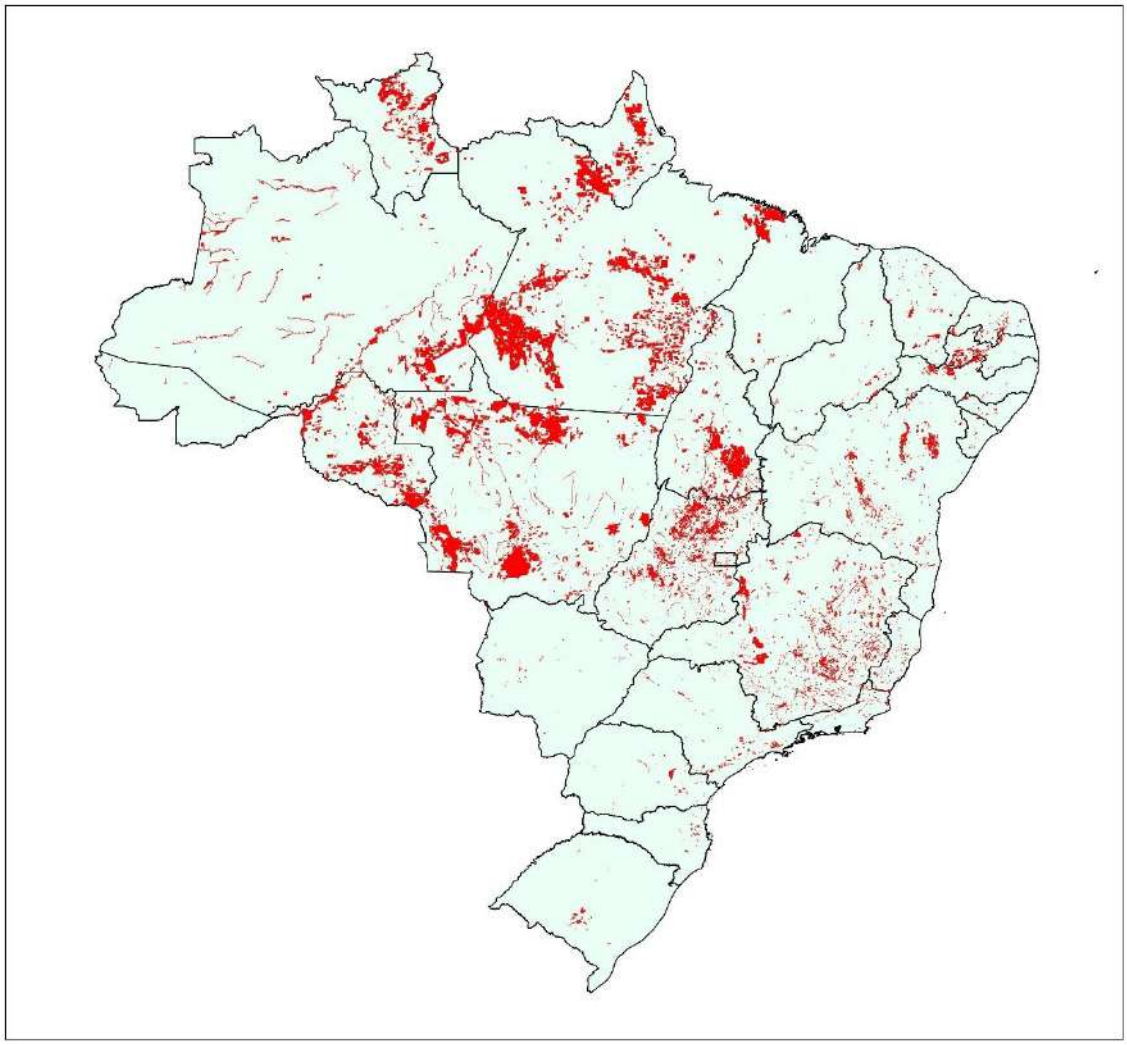
De acordo com Lobato e Costa (2018), há três classes principais de depósitos: (1) veios e/ou brechas hidrotermais, comumente com quartzo, alojados em rochas metamórficas, ígneas e sedimentares; (2) sulfetos maciços vulcano-exalativos; e (3) concentrações do tipo plácer, consolidados ou não. O ouro ainda pode estar presente em depósitos metamórficos de contato e em sistemas epitermais rasos. Em geral, ocorre disseminado em minerais de ganga (principalmente quartzo) e sulfetos (pirita especialmente), em grãos redondos, plaquetas ou pepitas em pláceres. Nestes, como está na forma de ouro livre, é facilmente separado com uso de bateia, em função de sua alta densidade. Ouro também ocorre na forma de *electrum*, liga natural ouro-prata.

As reservas de ouro brasileiras são de 2,4 Mt, o que representa apenas 4,2% do total global. No contexto mundial, o Brasil está entre os dez maiores produtores de ouro, com uma produção anual de cerca de 3,4 t/ano. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Mineração (2024), em 2023 o ouro foi responsável por 8,5% do faturamento do setor mineral, perdendo apenas para o minério de ferro. Contudo, houve uma queda de 11,9% em relação aos valores de 2022. Os principais países para os quais o Brasil exporta o ouro são: Canadá (39,5%), Estados Unidos (19,0%), Suíça (18,2%), Reino Unido (9,3%), Índia (6,1%), Emirados Árabes Unidos (5,1%), Alemanha (1,7%) e outros (1,2%).

Segundo dados da Agência Nacional de Mineração (2023), os principais estados produtores de ouro em 2021 eram: Minas Gerais (59.762.627 t de ROM com teor médio de 0,57 g/t de Au), Bahia (4.203.737 t de ROM com teor médio de 2,59 g/t de Au), Mato Grosso (5.137.873 t de ROM com teor médio de 1,20 g/t de Au), Maranhão

(3.179.522 t de ROM com teor médio de 1,41 g/t de Au), Pará (1.185.906 t de ROM com teor médio de 4,23 g/t de Au), Goiás (2.446.547 t de ROM com teor médio de 2,88 g/t de Au), Amapá (1.532.115 t de ROM com teor médio de 1,89 g/t de Au), Paraná (90.180 t de ROM com teor médio de 3,70 g/t de Au) e Tocantins (173.095 t de ROM com teor médio de 0,62 g/t de Au). A Figura 95 apresenta as ocorrências de processos minerais ativos na base Sigmine/ANM para ouro em território brasileiro. Foram encontrados 38.706 (16,47%) processos ativos para essa substância. Percebe-se que existem ocorrências de ouro em todo o território nacional.

Figura 95 - Ocorrências de processos minerais ativos para ouro



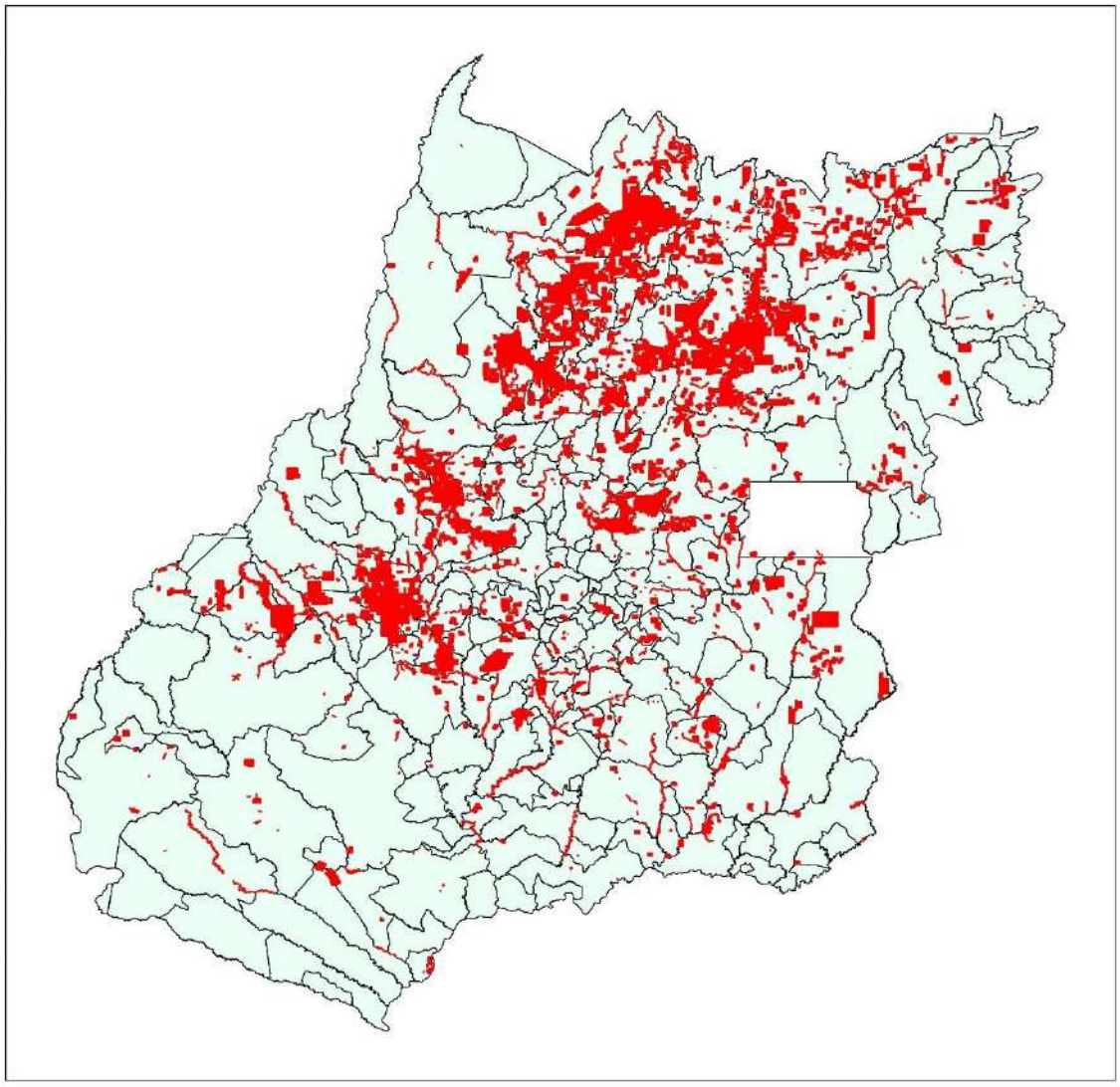
Fonte: Autoria própria.

Em 2022 existiam 56 minas produzindo ouro no Brasil, sendo quatro a céu aberto e quatro subterrâneas de grande porte; 16 a céu aberto e 13 subterrâneas de médio porte; e 13 a céu aberto, uma mista (subterrânea e céu aberto) e cinco subterrâneas de pequeno

porte. As principais empresas produtoras de ouro naquele ano foram a Kinross Brasil Mineração (MG, 21,35%), Anglo *Gold* Ashanti Córrego do Sítio Mineração (MG, 13,45%), Jacobina Mineração e Comércio (BA, 7,30%), Cooperativa dos Garimpeiros do Vale do Rio Peixoto (Coogavepe) (MT, 5,38%), Mineração Aurizona (MA, 5,31%) e a M. M. *Gold* Mineração (PA, 4,28%) (ANM, 2022). Em Goiás a produção de ouro é realizada pelas empresas Lundin *Mining*, em Alto Horizonte, Pilar *Gold*, em Pilar de Goiás, *Hochschild*, em Mara Rosa, e Mineração Serra Grande, do Anglo *Gold* Ashanti, em Serra Grande e Crixás. Há, ainda, produção realizada por garimpos.

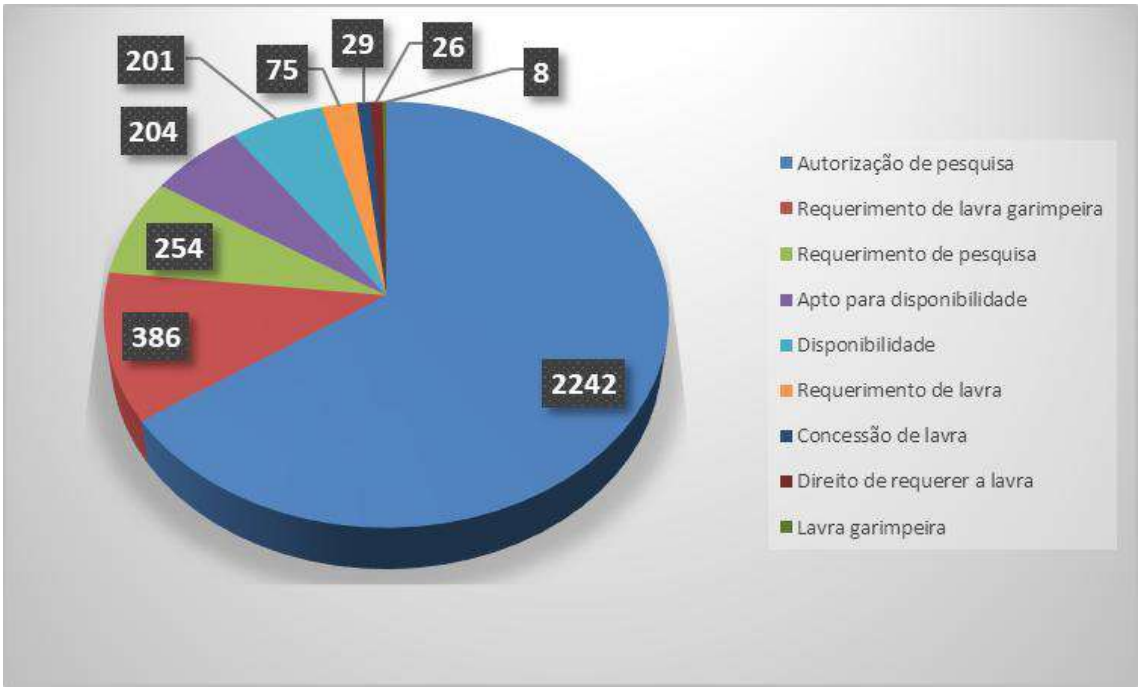
Foram encontrados 3.425 (24,44%) processos ativos no estado de Goiás para ouro na base de dados Sigmine/ANM de abril de 2024. Esses processos combinados cobrem uma área requerida de 3.161.387,58 ha, equivalente a 9,30% da área de todo o estado de Goiás, sendo que 99,68% dos processos declararam o uso da substância como industrial e apenas 0,21% e 0,12% como metalurgia e ourivesaria, respectivamente. No que tange à titularidade, os processos foram protocolados por 1.133 titulares diferentes. A Figura 96 apresenta o mapa de localização dos processos minerários para ouro em Goiás. Nota-se que poucos são os municípios de Goiás sem processos minerários ativos para ouro. A Figura 97 apresenta os processos minerais ativos em função de sua fase para ouro em Goiás.

Figura 96 - Ocorrências de processos minerais ativos para ouro no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

Figura 97 - Processos minerais ativos em função de sua fase para ouro em Goiás



Fonte: Autoria própria.

6.12 Titânio (Ti)

O titânio é um metal pertencente ao grupo 4 da tabela periódica, com número atômico 22. Entre suas principais características, está a alta resistência à corrosão, além da baixa densidade e da boa resistência mecânica, as quais o colocam como um bom candidato para fabricação de ligas metálicas.

O titânio é encontrado principalmente no minério ilmenita e é principalmente obtido pelo processo Kroll. Além de sua aplicação em ligas metálicas, o titânio apresenta compostos de grande interesse comercial, como o TiO_2, empregado como pigmento branco, semicondutor e na fabricação de protetores solares.

Segundo Baltar *et al.* (2008), o titânio é utilizado em diversas aplicações industriais, desde a fabricação de turbinas para aviões supersônicos até próteses dentárias, sendo especialmente indicado para usos em materiais que necessitam de boa resistência em situações adversas, como tubulações em água do mar e em diversos artefatos da indústria aeroespacial. A utilização do titânio deve-se a propriedades excepcionais: densidade elevada (4,5 g/cm^3), tenacidade, alto ponto de fusão (1.670 °C), grande resistência à corrosão (equivalente à da platina), elevada resistência mecânica (comparável à do aço), estabilidade térmica, grande capacidade de dispersão e elevada

brancura. Por essas e outras razões, o titânio é considerado um metal de importância estratégica.

O titânio é o nono elemento mais abundante na crosta terrestre (6,3 mg/g). O principal minério de titânio é a ilmenita ($FeTiO_3$), ocorrendo também como rutilo (TiO_2), anatásio (TiO_2), brookita (TiO_2), leucoxênio (uma mistura de óxidos de Fe-Ti) e perovskita ($CaTiO_3$). Esta, a propósito, é encontrada usualmente em rochas metamórficas. Já o Ti, em geral, ocorre em cerca de 45 espécies minerais (BALTAR *et al.,* 2008). Também é possível encontrar titânio em meteoritos e em outros corpos celestes, tais como a Lua. A título de exemplo, uma amostra rochosa da missão lunar Apollo 17 continha aproximadamente 12% de Ti.

Segundo Queiroz Filho e Amorim Neto (2017), as maiores reservas de ilmenita encontravam-se nos seguintes países: China (220 Mt), Austrália (150 Mt), Índia (85 Mt), África do Sul (63 Mt), Quênia (54 Mt), Madagascar (40 Mt), Noruega (37 Mt) e Canadá (31 Mt). Os principais produtores na época eram: África do Sul (1,3 Mt/ano), China (0,8 Mt/ano), Austrália (0,72 Mt/ano) e Moçambique (0,49 Mt/ano). Já as maiores reservas de rutilo estavam nas seguintes nações: Austrália (27 Mt), Quênia (13 Mt), África do Sul (8,3 Mt), Índia (7,4 Mt) e Ucrânia (2,5 Mt). A Austrália (0,35 Mt/ano) era o maior produtor de rutilo.

No Brasil existiam em 2017 dois municípios produtores de titânio: Mataraca/PB e São Francisco de Itabapoana/RJ, sendo que apenas duas empresas beneficiavam titânio, a Cristal Mineração do Brasil Ltda. e Indústrias Nucleares do Brasil S/A. A Cristal Mineração do Brasil, empresa pertencente ao grupo internacional Cristal Global, segundo maior produtor mundial de dióxido de titânio, era responsável por mais de 90% da produção nacional de titânio beneficiado (Queiroz Filho; Amorim Neto, 2017).

Foram encontrados 1.695 (0,72%) processos minerários ativos, na base de dados do Sigmine/ANM, para titânio (Figura 98), ilmenita (Figura 99) e rutilo (Figura 100). Já para o estado de Goiás, foram encontrados na mesma base de dados 218 (1,56%) processos, que somados ocupam uma área requerida de 169.179,06 ha (0,50% da área do estado de Goiás). Os processos foram protocolados por 72 titulares diferentes, e todos indicaram uso industrial da substância. Assim sendo, as Figuras 101, 102 e 103 apresentam, respectivamente, os processos minerários ativos para titânio, ilmenita e rutilo no estado de Goiás. Os processos para rutilo concentram-se nas cidades de Piracanjuba e Goiânia, ao passo que os processos ativos para titânio e ilmenita se

espalham pelo estado. A Figura 104 apresenta os processos minerais ativos em função de sua fase para titânio, ilmenita e rutilo em Goiás.

Figura 98 - Ocorrências de processos minerais ativos para titânio



Fonte: Autoria própria.

Figura 99 - Ocorrências de processos minerais ativos para ilmenita



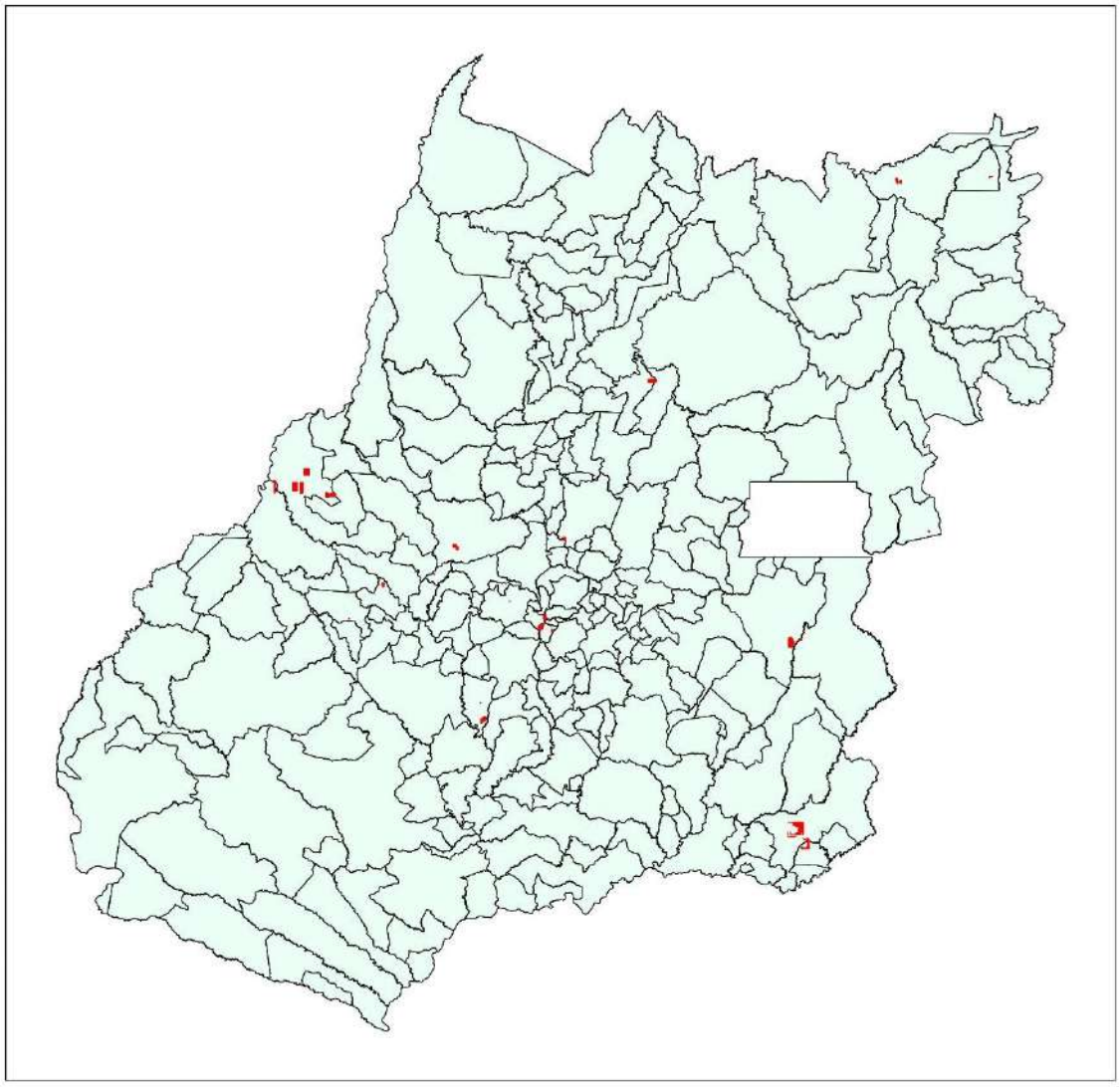
Fonte: Autoria própria.

Figura 100 - Ocorrências de processos minerais ativos para rutilo



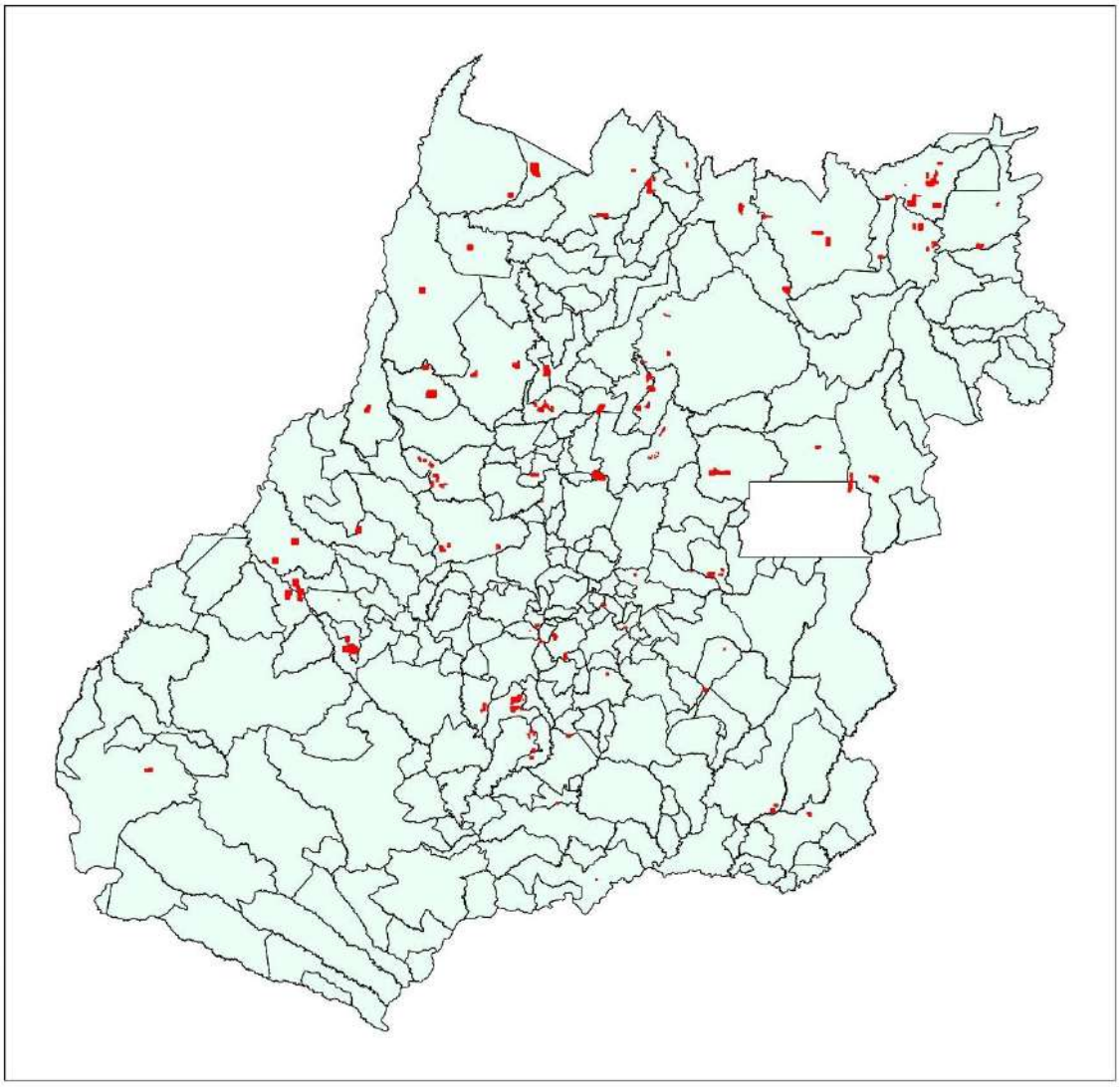
Fonte: Autoria própria.

Figura 101 - Ocorrências de processos minerais ativos para titânio no estado de Goiás



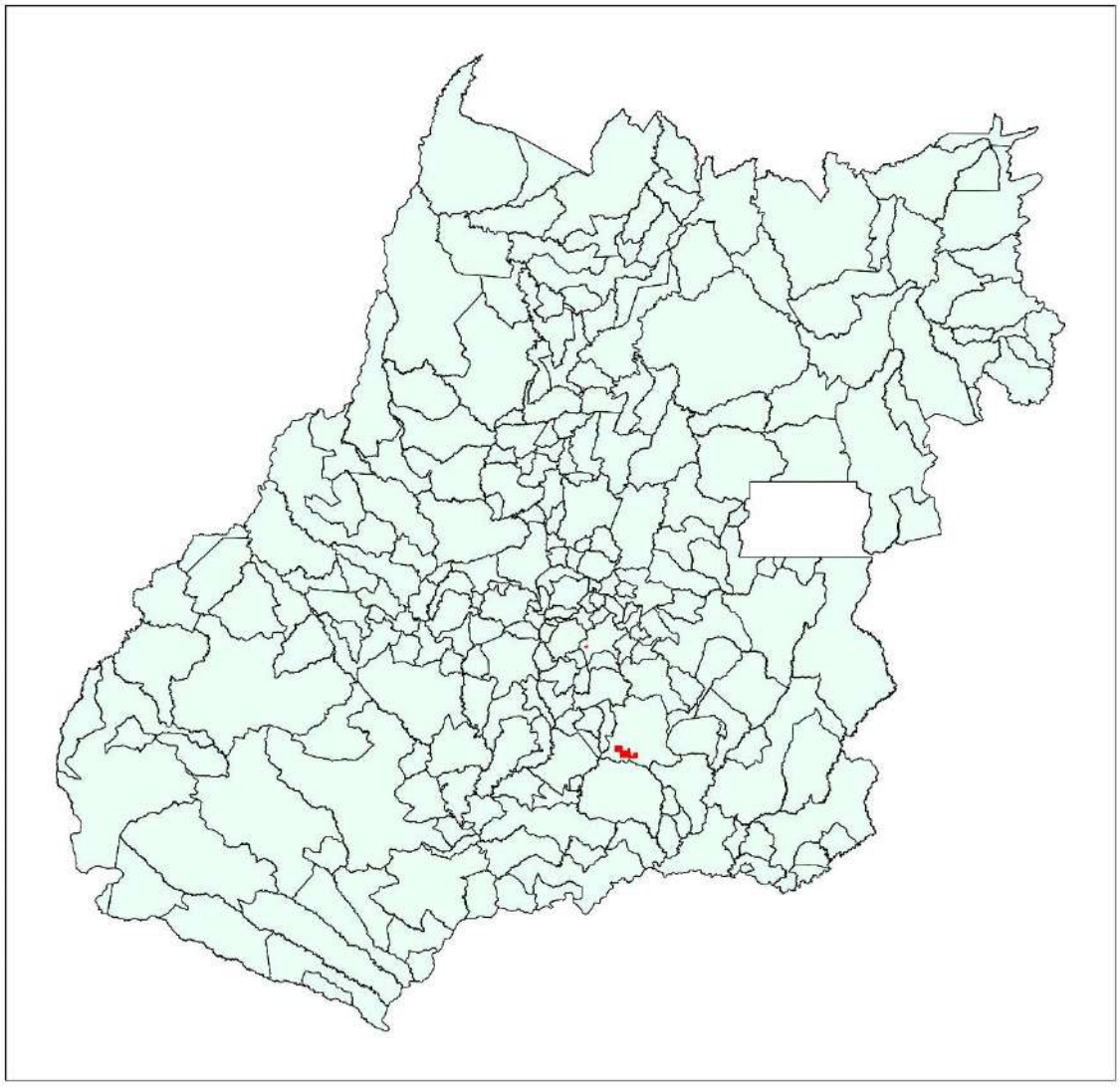
Fonte: Autoria própria.

Figura 102 - Ocorrências de processos minerais ativos para ilmenita no estado de Goiás



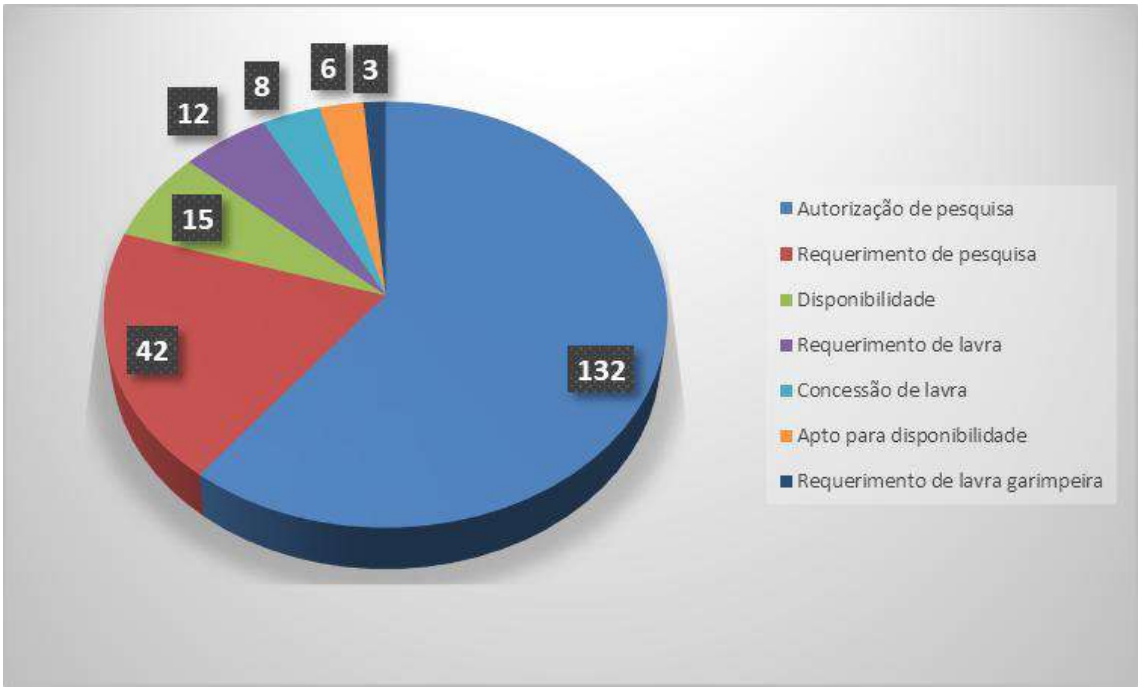
Fonte: Autoria própria.

Figura 103 - Ocorrências de processos minerais ativos para rutilo no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

Figura 104 - processos minerais ativos em função de sua fase para titânio, ilmenita e rutilo em Goiás



Fonte: Autoria própria.

6.13 Zinco (Zn)

O zinco é o primeiro elemento do grupo 12 da tabela periódica e o primeiro elemento a ter um subnível d completo. Seu símbolo é Zn e seu número atômico é 30. É um metal de coloração acinzentada, com boa resistência à corrosão em temperatura ambiente. Apresenta o estado de oxidação +2 e possui 5 isótopos naturais.

O zinco é muito empregado no processo de galvanização, que consiste na criação de uma capa de passivação de zinco sobre peças metálicas, de modo a melhorar sua resistência à corrosão. O corpo humano possui boa quantidade de zinco, que é um elemento indispensável para a manutenção da saúde, dado que está presente em enzimas e auxilia no bom funcionamento do sistema imunológico.

O zinco ocorre na natureza associado, principalmente, ao enxofre ou ao oxigênio. A esfalerita (ZnS) é o principal mineral minério de zinco. Outros minérios de zinco incluem: calamina (ou hemimorfita, $Zn_4Si_2O_7(OH)_2{\cdot}H_2O$), smithsonita ($ZnCO_3$), willemita ($Zn_2SiO_4$), wurtzita (Zn,Fe)S, franklinita $(Zn,Mn)O{\cdot}Fe_2O_3$, zincita (ZnO) e hidrozincita ($2.ZnO_3{\cdot}3Zn(OH)_2$).

Segundo Lima (2017), os principais países com reservas de zinco são Austrália (28,6%), China (18,2%), Peru (11,4%), México (7,7%) e Cazaquistão (5,09%), ao passo que o

Brasil apresenta cerca de 1,1% dessas reservas (2,5 Mt), localizadas nos estados de Minas Gerais (Paracatu e Vazante), Mato Grosso, Rio Grande do Sul, Pará e Bahia. Em 2021 os estados produtores de zinco foram Minas Gerais (2.653.813 t de ROM com teor médio de 6,99% de Zn) e Rondônia (184.957 t de ROM com teor médio de 9,95% de Zn). Havia três minas produtoras de zinco no Brasil, sendo duas subterrâneas de grande porte e uma a céu aberto de médio porte. As principais empresas produtoras de zinco em 2021 foram a Nexa Resources S.A. (MG, 79,26%) e a Mineração Santa Elina Indústria e Comércio (RO, 20,74%) (Agência Nacional de Mineração, 2023).

Abaixo, a Figura 105 apresenta as ocorrências de processos minerais ativos para zinco na base de dados Sigmine/ANM. Foram encontrados 976 (0,42%) processos minerários ativos, sendo que, deles, havia apenas sete (0,05%) no estado de Goiás. Tais processos ocupavam uma área requerida de 9.261,83 ha (0,03%), todos com uso industrial para a substância e com cinco titularidades diferentes.

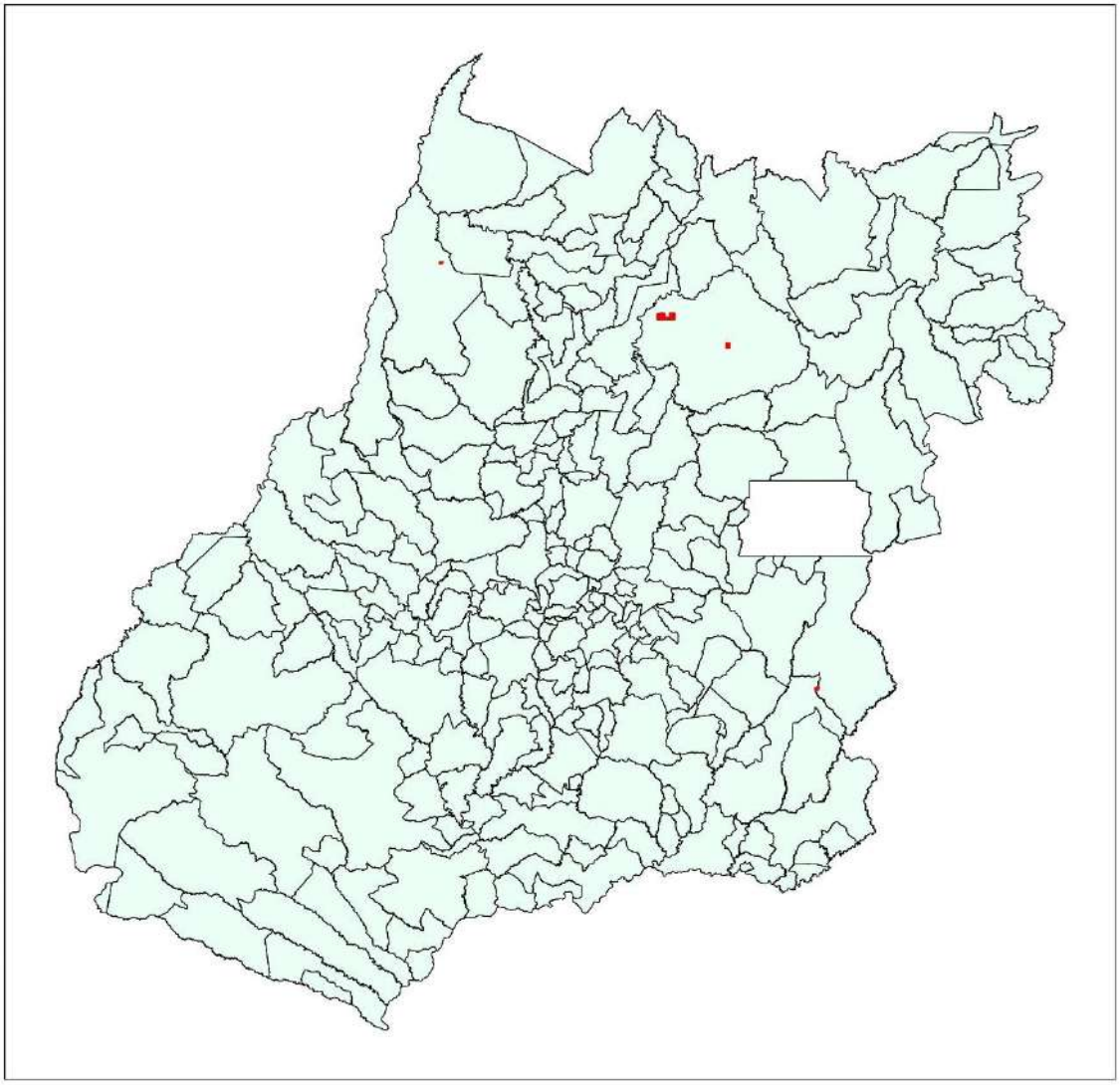
Figura 105 - Ocorrências de processos minerais ativos para zinco



Fonte: Autoria própria.

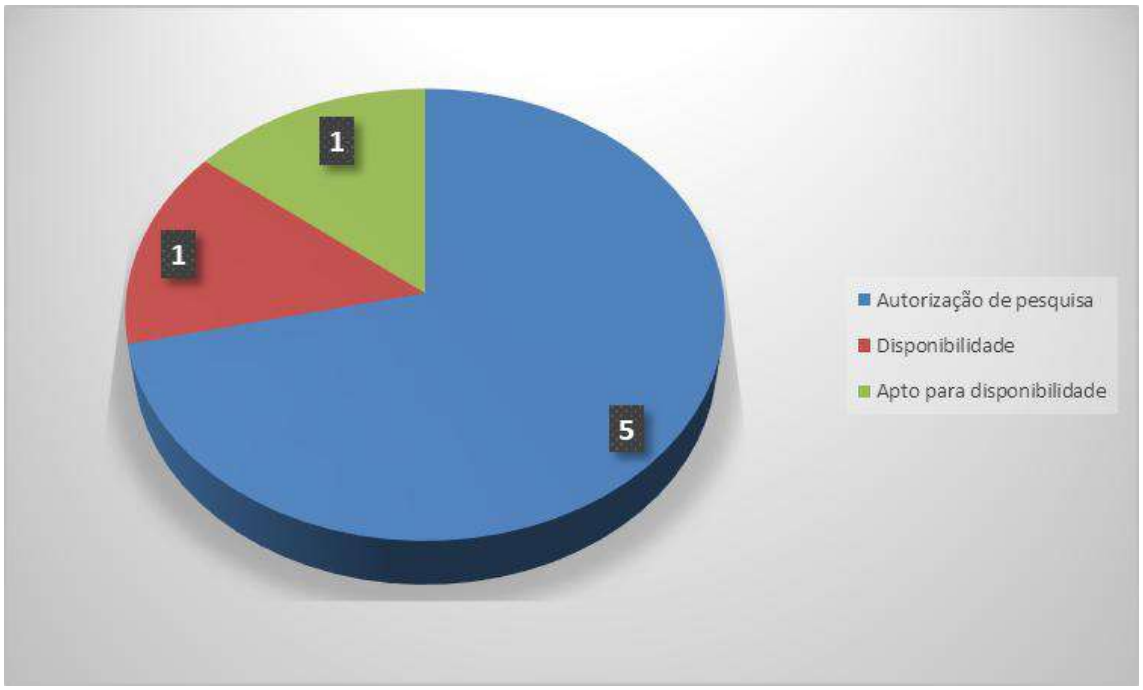
Percebe-se na Figura 106 que os processos minerários ativos para zinco no estado de Goiás se concentram em apenas três municípios: Niquelândia, Ipameri e Nova Crixás. Já a Figura 107 apresenta os processos minerais ativos em função de sua fase para zinco em Goiás.

Figura 106 - Ocorrências de processos minerais ativos para zinco no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

Figura 107 - Processos minerais ativos em função de sua fase para zinco em Goiás



Fonte: Autoria própria.

7 SUBSTÂNCIAS MINERAIS NÃO METÁLICAS

Segundo Macedo (1998), os bens minerais não metálicos podem ser classificados em materiais de construção, matérias-primas de fertilizantes e minerais industriais. Os materiais de construção podem ser empregados diretamente, sem industrialização, apenas com beneficiamento na mina, como agregados para concreto (areia, cascalho, brita) ou industrializados (como calcário e argila usados em cimento, argila para cerâmica vermelha, rochas ornamentais serradas e polidas e gesso).

Os bens minerais que dominam o setor, em valor, são as pedras britadas (23,17% dos não metálicos), o calcário (21,95%), a areia e o cascalho (11,95%), as argilas (8,25%), a água mineral (7,02%), a rocha fosfática (5,05%), o caulim (2,98%), o amianto (2,93%), o granito ornamental (2,85%), o sal marinho (1,67%), a areia industrial (1,22%), os sais de potássio (1,21%) e a magnesita (1,02%) (Macedo, 1998).

7.1 Materiais para a construção civil

Os bens minerais usados na construção civil, tanto na forma bruta quanto na industrializada, representam o maior volume e valor de produção dos não metálicos e, em seu conjunto, empregam mais mão de obra do que qualquer um dos outros grupos do setor mineral.

7.1.1 Areia

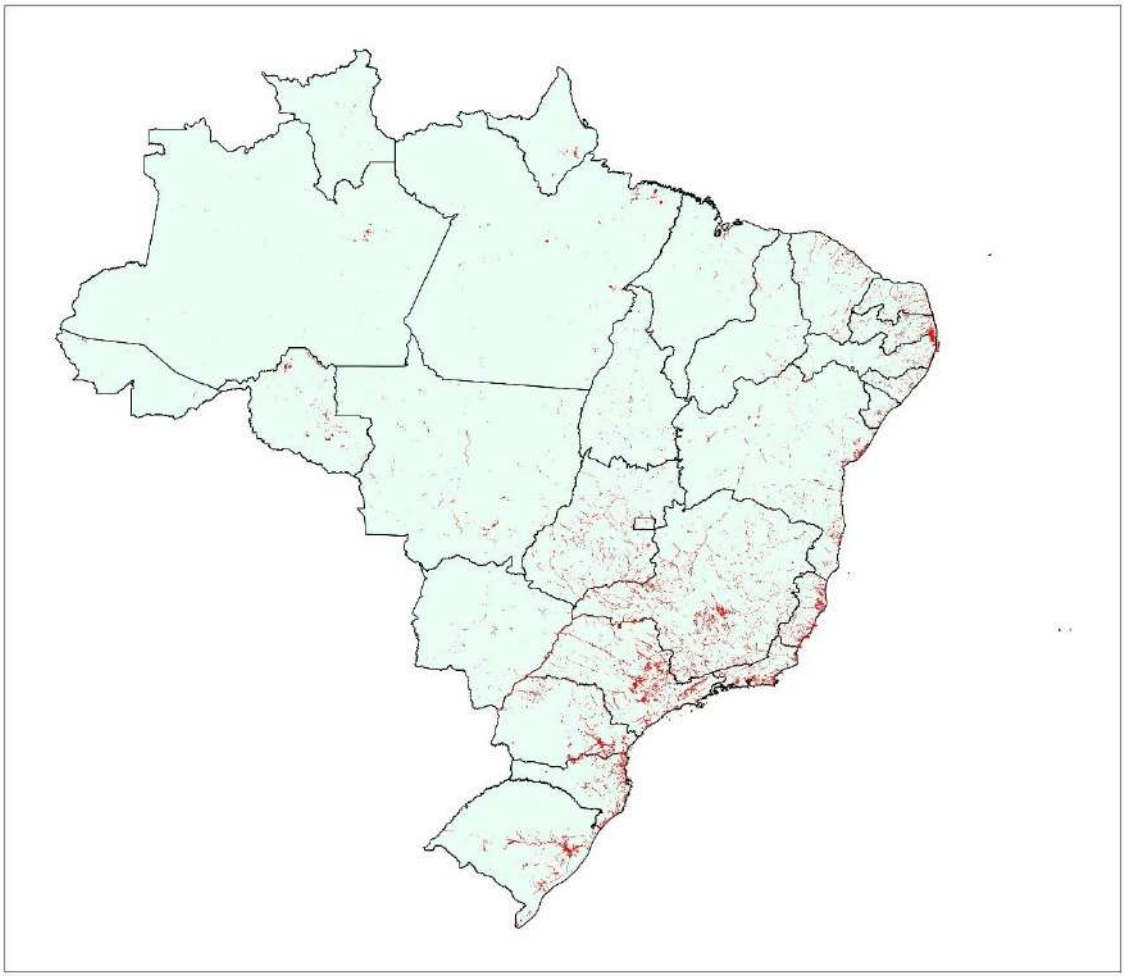
Areia é um material com granulometria típica entre 0,1 e 0,5 mm resultante de desagregação natural ou cominuição de rochas. Os termos “areia industrial”, “areia de quartzo”, “areia quartzoza” ou mesmo “areia de sílica” (“*silica sand*”) são atribuídos geralmente a areias que apresentam alto teor de sílica (SiO_2) na forma de quartzo. Pode ser obtida a partir de depósitos de leitos de rios, planícies aluviais, rochas sedimentares e mantos de alteração de rochas cristalinas. Areias de praias e dunas litorâneas não apresentam boa qualidade como material para construção civil devido à presença de sais (Luz; Lins, 2008; Macedo, 1998).

A sílica ocorre, na natureza, em duas formas: amorfa e cristalina. Segundo Rocha (2014), as reservas mundiais de grandes cristais naturais ocorrem quase exclusivamente no Brasil e, em menor quantidade, em Madagascar, Namíbia, China, África do Sul,

Canadá e Venezuela. Os recursos e reservas de quartzo no Brasil estão associados a dois tipos de jazimentos: depósitos primários (quartzo de veios hidrotermais e de pegmatitos) e secundários (quartzo em sedimentos eluviais, coluviais e aluviais). Nos depósitos primários, o quartzo é extraído na forma de lascas (fragmentos de quartzo selecionados manualmente, pesando menos de 200 g), cristais bem formados ou blocos naturais.

Informações sobre as reservas mundiais de quartzo são escassas. Sabe-se, no entanto, que o Brasil é detentor de 95% das reservas mundiais, o equivalente a 78 Mt. No estado do Pará, estão as maiores reservas medidas do país (cerca de 64% das jazidas), seguidas de Minas Gerais (17%), Santa Catarina (15%), Bahia (2%) e Goiás (2%). Foram encontrados 47.738 processos para areia na base de dados Sigmine/ANM, dos quais 47.525 eram para areia (20,22%, vide Figura 108), 123 para areia quartzosa (0,05%), 61 para areia industrial (0,03%), 15 para areia comum (0,01%), 7 para areia aluvionar, 3 para areia lavada e 2 para areia fluvial e para areia *in natura*.

Figura 108 - Ocorrências de processos minerais ativos para areia



Fonte: Autoria própria.

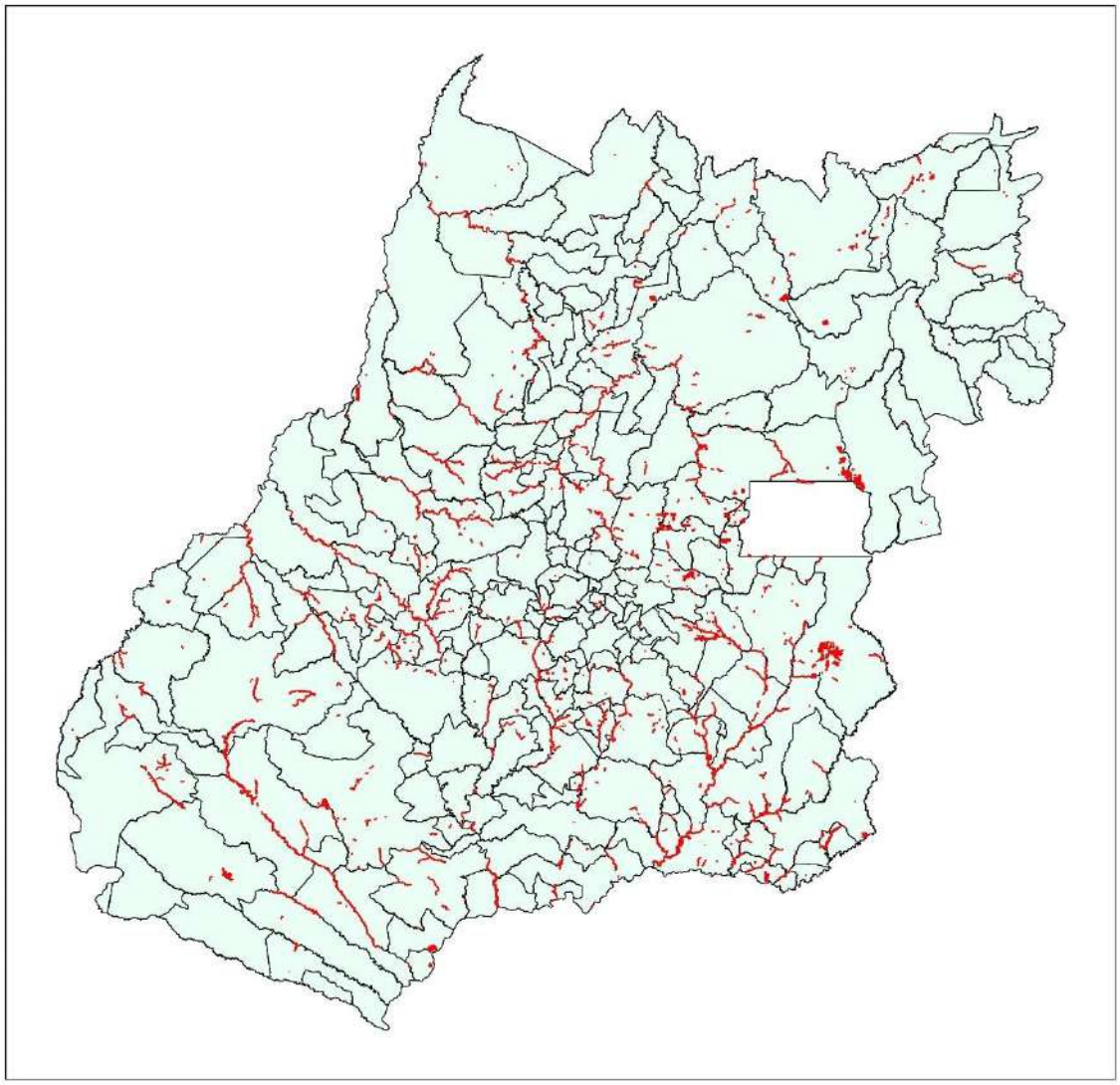
Segundo Lobato (2009), apesar de o Brasil ser o detentor das maiores reservas e o maior produtor de quartzo do mundo, muitas empresas operam no regime de garimpo e de forma rudimentar, não agregando valor ao produto nem explorando toda a potencialidade de uso do mineral. O quartzo tem seu uso selecionado por sua qualidade, e os seus cristais de melhor qualidade são destinados à indústria óptica, eletrônica e de instrumentação (considerados os maiores consumidores), enquanto os de qualidade inferior destinam-se à indústria em geral (abrasivos, cerâmica, metalúrgica). O Brasil é dependente de produtos de quartzo manufaturado: cristais piezelétricos montados e suas partes e, em menor valor, cristal cultivado bruto e usinado. Tais produtos são empregados principalmente nas indústrias de relógios eletrônicos, automóveis, jogos eletrônicos, equipamento de telecomunicações, computadores e equipamentos médicos.

Devido às especificações, usos e preços, os produtores e consumidores de areia destinada ao uso como agregado na construção civil diferem bastante daqueles de areia industrial. As areias para construção são usadas por suas propriedades físicas, enquanto as areias industriais são valorizadas por suas propriedades físicas e químicas. Apresentando melhores preços (três a cinco vezes o da areia de construção), a areia industrial pode ser transportada a distâncias bem maiores. Por essas razões, os dois tipos são, de modo geral, abordados separadamente. Possivelmente, nenhum outro mineral tem um uso tão diversificado como a areia de quartzo, devido à sua ocorrência comum em qualquer lugar da terra e, também, às suas propriedades, tais como dureza e resistência a altas temperaturas e a ações químicas (Luz; Lins, 2008).

Foram encontrados 3.133 (22,36%) processos ativos na base de dados Sigmine/ANM para areia (Figura 109). Esses processos combinados cobrem uma área requerida de 187.053,33 ha, equivalente a 0,55% da área do estado de Goiás, sendo os processos de 1.341 titularidades diferentes. A Figura 110 apresenta os processos minerais ativos em função de sua fase para areia em Goiás. Dos processos, 774 (24,70% do processos de areia em Goiás) estão em fase de requerimento de licenciamento; quanto aos demais, estão em diferentes fases: 758 (24,19%) de licenciamento, 424 (13,53%) de requerimento de lavra, 402 (12,83%) de autorização de pesquisa, 370 (11,81%) de concessão de lavra, 118 (3,77%) aptos para disponibilidade, 116 (3,70%) de requerimento de pesquisa, 113 (3,61%) em disponibilidade, 55 (1,76%) em direito de requerer a lavra, 2 (0,06%) de requerimento de registro de extração e apenas um (0,03 %) em registro de extração. Quanto ao seu uso declarado, 95,75% dos processos eram para uso na construção civil (3.000 processos), 1,02% para uso industrial (32 processos)

e apenas um processo para uso em ourivesaria (0,03%), enquanto outros 100 (3,19%) processos não tinha o uso da substância informado.

Figura 109 - Ocorrências de processos minerais ativos para areia no estado de Goiás

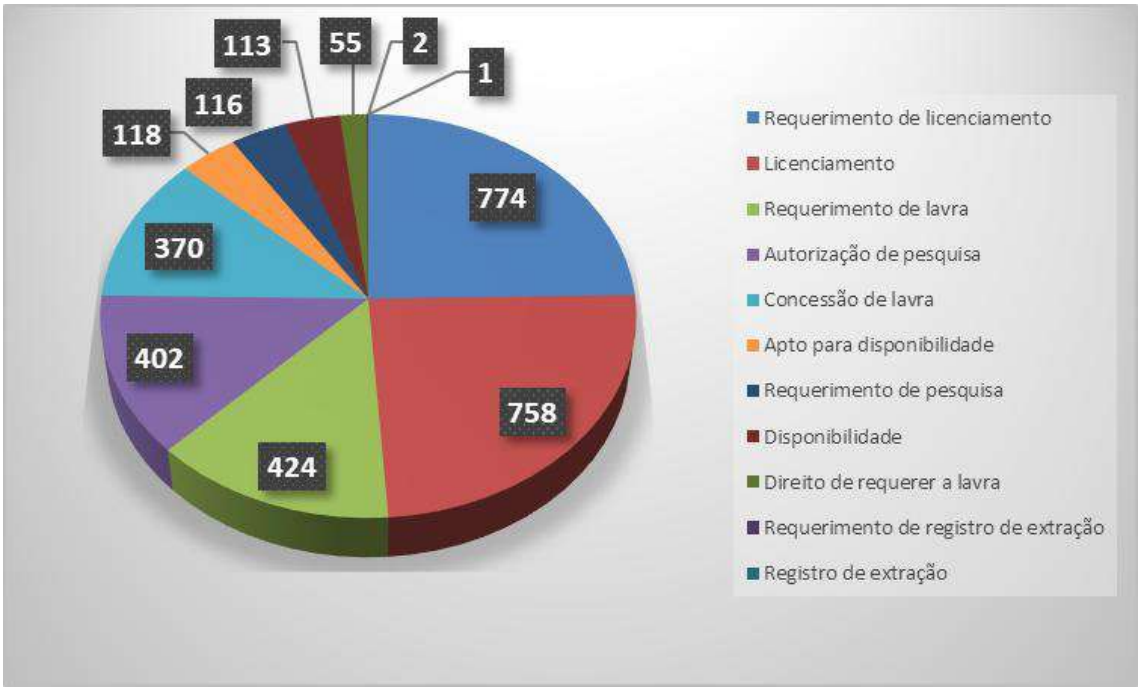


Fonte: Autoria própria.

Os depósitos de quartzo de Goiás de destaque são os de Cristalina, com quantidade significativa do mineral e de boa qualidade. Porém, atualmente a exploração é muito pequena e realizada por garimpeiros. Projetos em parceria com a Universidade Federal de Catalão (UFCat) estão sendo realizados a fim de analisar as propriedades do mineral e possíveis aplicações, visando à geração de produtos com maior valor agregado, além de atrair empresas de transformação para o estado. A aplicação mais valiosa é na geração de painéis fotovoltaicos. Contudo, exige uma purificação muito elevada,

gerando resíduos menos puros, os quais podem ser empregados em outras aplicações, como em vidros automotivos e no setor de embalagens, entre outros.

Figura 110 - Processos minerais ativos em função de sua fase para areia em Goiás



Fonte: Autoria própria.

7.1.2 Arenito

O arenito é uma rocha sedimentar clástica resultante da deposição de areias que, após um processo de compactação e cimentação, se transformam em rochas. São constituídas por grãos de quartzo, que é um mineral muito resistente tanto à abrasão (desgaste físico) como a processos químicos (Instituto de Geociências, 2024). O arenito é composto normalmente por quartzo, mas pode ter quantidades apreciáveis de feldspatos, micas e/ou impurezas. São a presença e o tipo de impurezas que determinam a coloração dos arenitos; por exemplo, grandes quantidades de óxidos de ferro fazem essa rocha vermelha (Wikipedia, 2024). Segundo informações do *Geology Science* (2023), seus usos mais comuns são:

- **Materiais de construção:** Tem sido usado como material de construção há séculos devido à sua resistência geral, durabilidade e resistência às intempéries. É utilizado na construção de paredes, pisos, escadas, pilares e outros elementos estruturais;

- **Paisagismo:** Frequentemente usado em paisagismo para caminhos, pátios, muros de contenção e outros recursos externos. Sua cor e textura naturais o tornam uma escolha popular para projetos de jardins;
- **Escultura e arte:** É um material popular para esculturas e demais artes devido à sua trabalhabilidade e às suas qualidades estéticas. Muitas esculturas antigas e modernas foram feitas de arenito;
- **Usos industriais:** Usado na produção de vidro, cerâmica e outros produtos industriais. Também é utilizado como matéria-prima na produção de cimento e concreto;
- **Preservação histórica:** Frequentemente utilizado na restauração de edifícios e monumentos históricos devido à sua disponibilidade e compatibilidade com materiais de construção tradicionais.

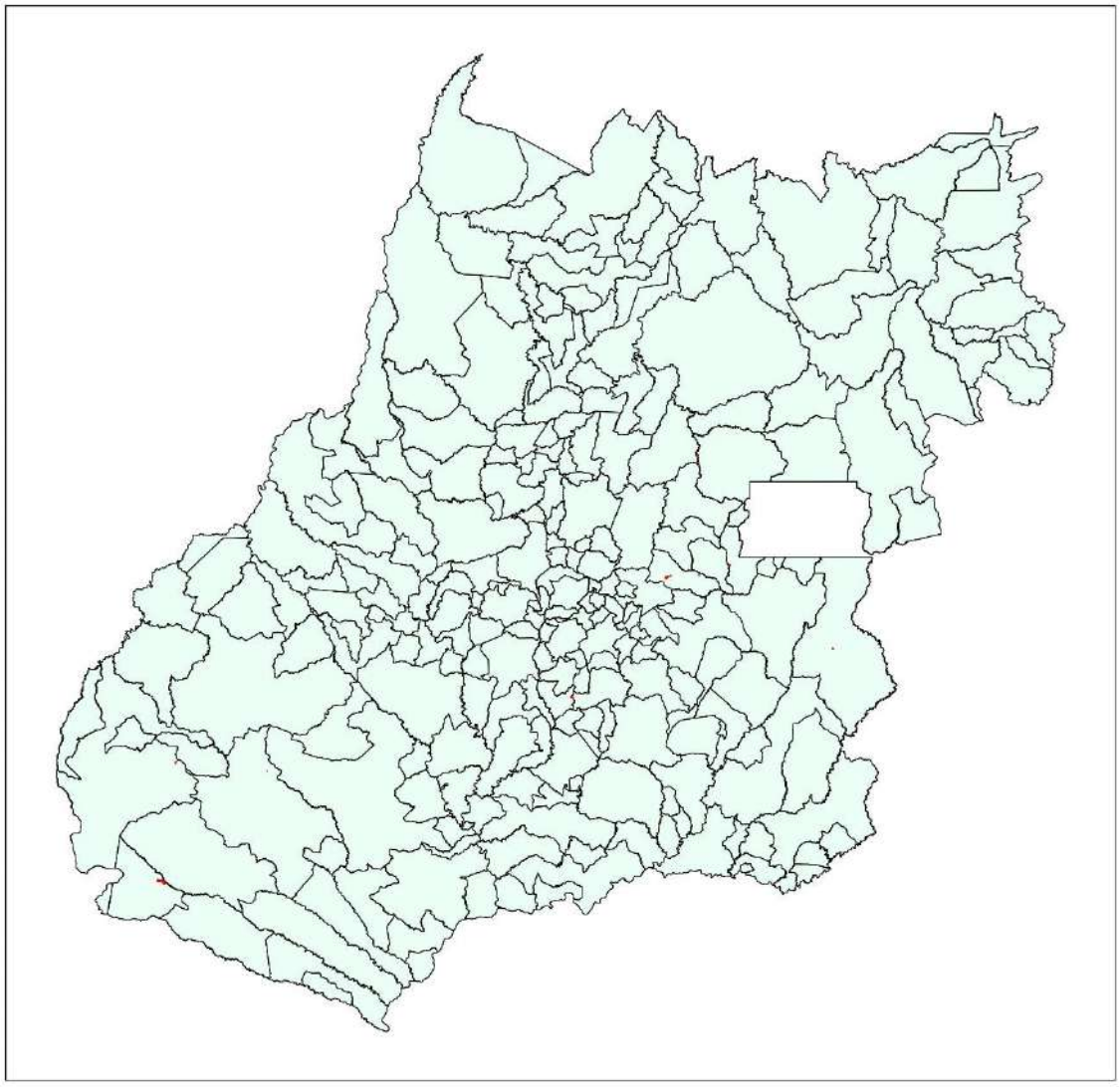
Foram encontrados 875 processos na base de dados Sigmine/ANM para arenito (0,37% dos processos nacionais, conforme pode ser visto na Figura 111), disseminados pelas regiões Sul, Sudeste, Nordeste e Centro-Oeste. Desses processos, 16 (0,11%) estavam no estado de Goiás (Figura 112). O uso da substância em Goiás é majoritariamente na construção civil (15 processos), seguido de revestimento, com apenas um processo. A área requerida por tais processos era de apenas 1.535,46 ha. A Figura 113 apresenta os processos minerais ativos em função de sua fase para arenito em Goiás.

Figura 111 - Ocorrências de processos minerais ativos para arenito



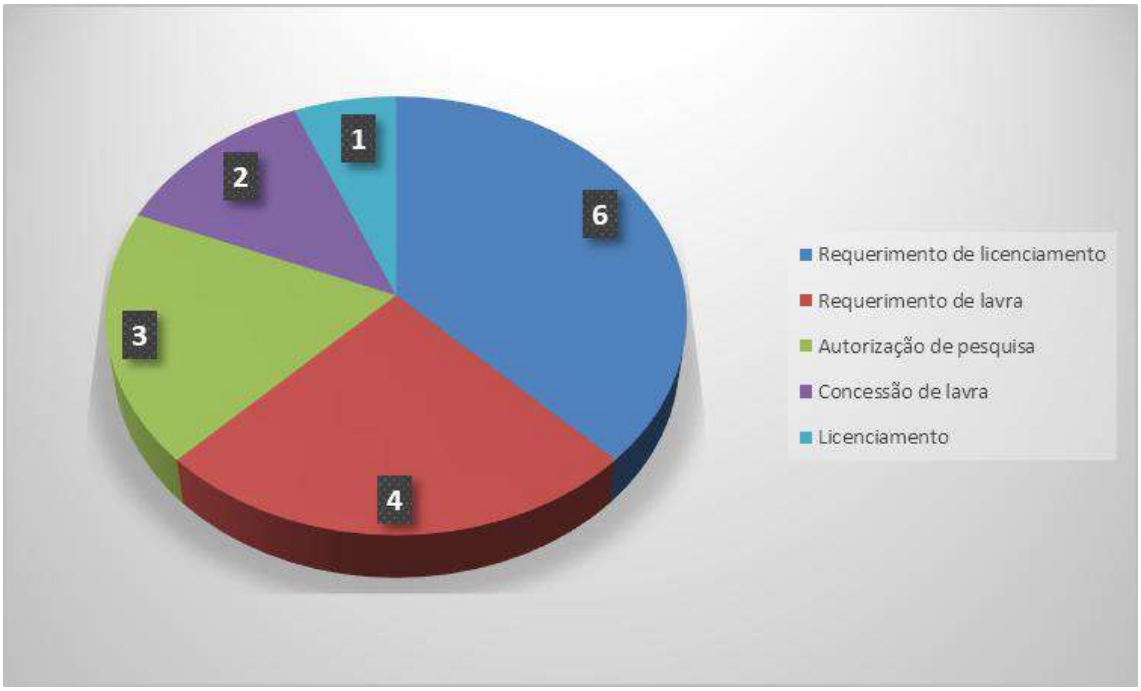
Fonte: Autoria própria.

Figura 112 - Ocorrências de processos minerais ativos para arenito no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

Figura 113 - Processos minerais ativos em função de sua fase para arenito em Goiás



Fonte: Autoria própria.

7.1.3 Argilas

A argila pode ser definida como sendo um composto inorgânico, constituído por silicatos de alumínio, ferro, magnésio, sódio, potássio e cálcio, de aspecto terroso, granulação muito fina (partículas inferiores a 2 μm), que adquire plasticidade, quando umedecida com água, o que se deve a sua elevada área superficial (Almeida, 2014; Cabral Júnior *et al.*, 2005; Portela; Gomes, 2005). Os minerais argilosos principais são: caulinita, lita, esmectitas (montmorilonita) e bentonita, entre outros. Algumas possuem, também, elevada capacidade de absorção, sobretudo as do grupo da montmorilonita.

Segundo a Associação Nacional da Indústria Cerâmica (2002), desde 4.000 a.C., a argila é empregada no setor da construção e o registro mais antigo que se tem de um tijolo foi encontrado nas escavações arqueológicas na cidade de Jericó, no Oriente Médio, datado do período Neolítico inicial.

Cerca de 90% do total produzido destina-se à fabricação de agregados e de materiais de construção, tais como os tijolos, telhas, agregados leves, lajes cerâmicas, entre outros. De acordo com Branco (2014), os 10% restantes têm variada aplicação, que inclui absorventes, tintas, papel, borracha, descorantes e produtos químicos e farmacêuticos, sendo úteis ainda na indústria do petróleo e na agricultura. Essas argilas são chamadas de argilas especiais e, embora constituam apenas 10% do volume produzido, respondem

por 70% do valor. Os outros 90% são chamados de argilas comuns, argilas cerâmicas ou argilas vermelhas. O último nome provém do fato de, quando levadas ao forno, adquirirem coloração de vermelha a marrom.

No Brasil, há uma grande quantidade de jazidas de argilas, matéria-prima essencial para fabricação de insumos de cerâmica vermelha, cujo nome é dado ao setor responsável por utilizar a argila na composição de produtos na construção civil. Sendo assim, a indústria de cerâmica vermelha é considerada a principal fornecedora de produtos para uso desse setor, destacando-se em alvenarias, cobertura e saneamento (Nogueira, 2021). Na indústria de cerâmica vermelha ou estrutural, as argilas são empregadas como matéria-prima na fabricação de blocos de vedação e estruturais, telhas, tijolos maciços, tubos e ladrilhos (Cabral Junior *et al*., 2005).

As argilas mais comuns (também conhecidas como argilas cerâmicas) são constituídas geralmente de dois minerais argilosos, a esmectita e a illita, podendo haver outras espécies associadas. Seu uso vem sendo feito há milênios, na forma de tijolos, telhas, urnas funerárias, vasos etc. São também usadas como fonte de alumina e na fabricação de cimento e agregados leves ou argilas expandidas (Branco, 2014).

Na fabricação de tijolos, telhas e manilhas cerâmicas, utilizam-se praticamente todos os tipos de argila. Preferem-se, porém, aquelas com no máximo 30% de caulinita e com entre 25% e 50% de minerais não argilosos de granulação fina. Se o material for excessivamente plástico, adiciona-se areia (Branco, 2014).

As argilas especiais têm um emprego diversificado. Um exemplo seria a bentonita, a qual é empregada em: moldes de fundição; lama de sondagem; clarificação de óleos, cervejas e sidras; purificação da água; herbicidas, inseticidas e pesticidas; armazenamento de resíduos tóxicos e radioativos; barreiras de impermeabilização; cimentação de fissuras e fraturas em rochas de túneis, trincheiras e taludes e alimentação animal (Branco, 2014). Em Goiás, a argila é empregada na construção civil, na fabricação de cerâmica vermelha, cimento e em outros usos industriais. Segundo Cabral Júnior *et al.* (2005), o município de Anápolis possui exploração de argila no estado.

Existiam 15.791 (6,72%) processos na base de dados Sigmine/ANM para argilas, sendo eles 14.941 para argila, 737 para argila refratária, 38 para argila para cerâmica vermelha, 35 para argila vermelha, 16 para argila caulínica, 9 para argila comum, 6 para argila bentonítica, 4 para argila branca e para argila aluminosa e apenas um processo

para argila ferruginosa. A Figura 114 apresenta as ocorrências de processos minerais ativos para argila em todo o território nacional.

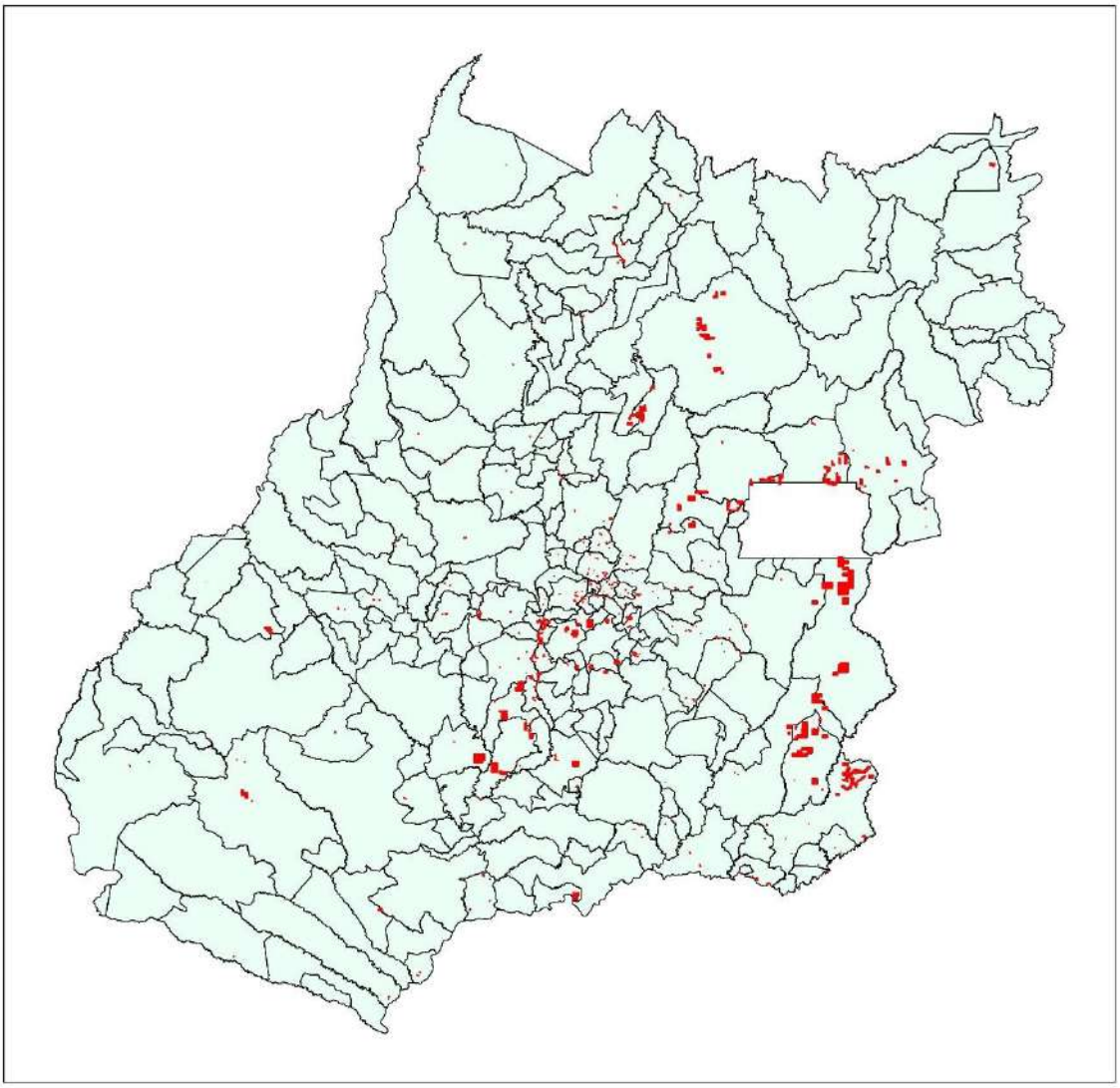
Figura 114 - Ocorrências de processos minerais ativos para argila



Fonte: Autoria própria.

Em Goiás foram encontrados, na base de dados Sigmine/ANM, 666 processos ativos para argilas, sendo eles 658 para argila, sete para argila refratária e um para argila para cerâmica vermelha. Esses processos somados cobrem uma área requerida de 173.340,00 ha (0,51%) do estado de Goiás, sendo de 364 titularidades diferentes. A seguir, a Figura 115 apresenta essas ocorrências de processos minerais ativos para argila no estado de Goiás. Quanto ao uso da substância, 354 processos eram para cerâmica vermelha, 215 para uso industrial, 72 para construção civil e um para fabricação de cimento e energético. A Figura 116 apresenta os processos minerais ativos em função de sua fase para as argilas no estado de Goiás.

Figura 115 - Ocorrências de processos minerais ativos para argila no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

Figura 116 - Processos minerais ativos em função de sua fase para as argilas em Goiás



Fonte: Autoria própria.

7.1.4 Basalto

O basalto é bastante abundante no planeta Terra. Classificado como uma rocha ígnea, é gerado pelo resfriamento e, consequente, pela solidificação do magma. É formado, principalmente, por: óxidos de silício, alumínio, ferro, cálcio, magnésio, sódio e potássio.

O basalto é conhecido por sua cor escura, geralmente variando do preto ao cinza escuro, e por sua textura de grão fino. É composto principalmente por minerais tais como piroxeno, plagioclásio feldspato e, às vezes, olivina. É tipicamente rico em sílica (SiO_2) e contém quantidades variáveis de outros elementos importantes, como alumínio (Al), ferro (Fe), cálcio (Ca), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio (K) (Basalto, 2023).

Possui propriedades únicas que o tornam útil para várias aplicações, tais como: elevada durabilidade, resistência mecânica, ao desgaste, à abrasão e ao ataque de reagentes químicos, além de ser um ótimo isolante térmico e acústico. Dessa forma, é empregado como material de construção, asfalto, concreto, na construção civil (como rocha ornamental), na fabricação de materiais de reforço de fibra (usados como peças automotivas), em componentes aeroespaciais e em artigos esportivos, entre outros. Um uso interessante do basalto é na construção de pistas de aeroportos, pois pode suportar

tráfego intenso e condições climáticas adversas (Basalt, 2024; Basalto, 2023; Dedalo Stone, 2024).

Foram encontrados 3.928 (1,67%) processos para basalto na base Sigmine/ANM, conforme pode ser visto na Figura 117, sendo que 120 (0,86%) processos eram do estado de Goiás. Tais processos ocupam uma área de 19.590,21 ha (0,06% da área total de Goiás) e eram de 57 diferentes titularidades.

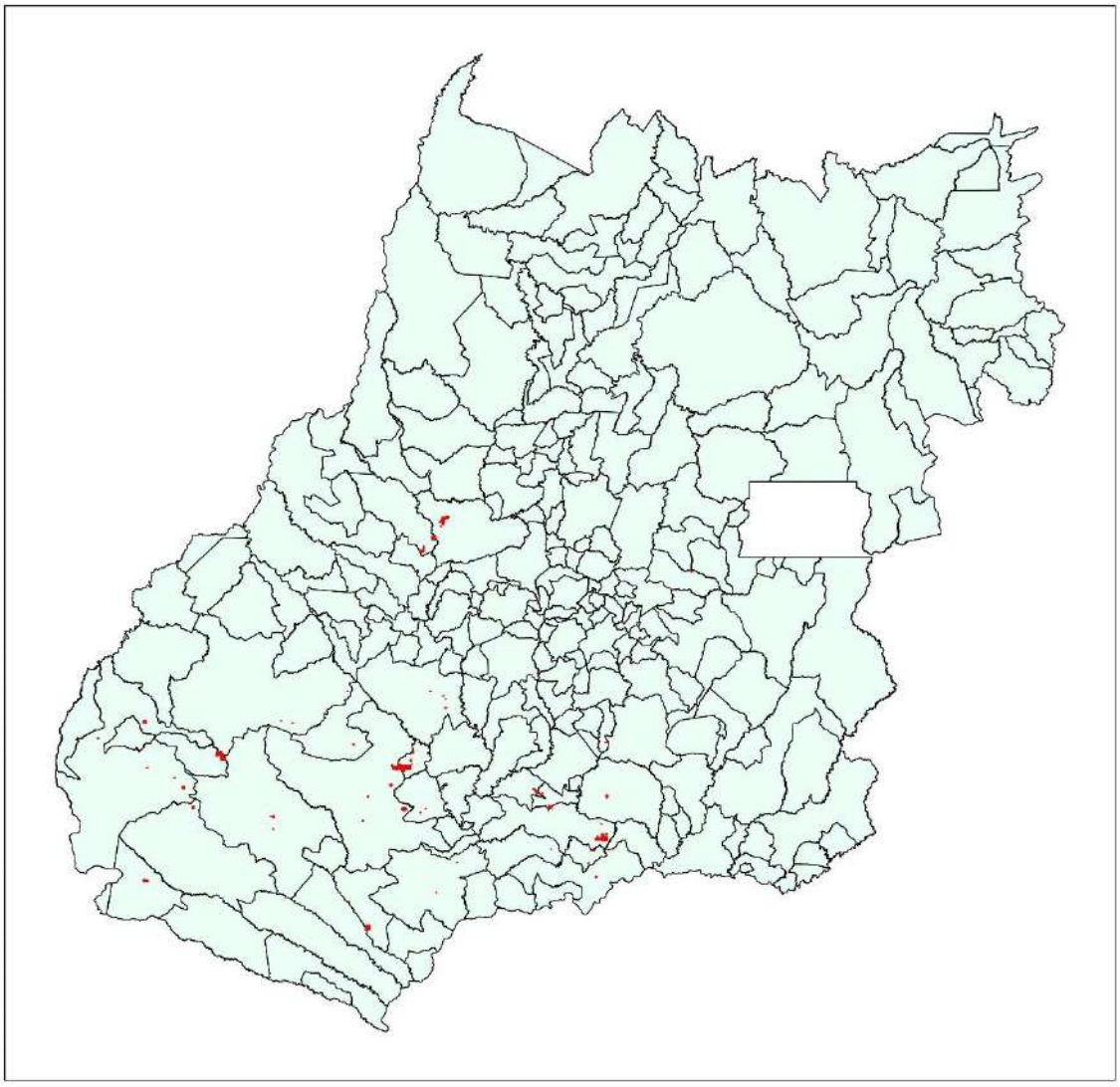
Figura 117 - Ocorrências de processos minerais ativos para basalto



Fonte: Autoria própria.

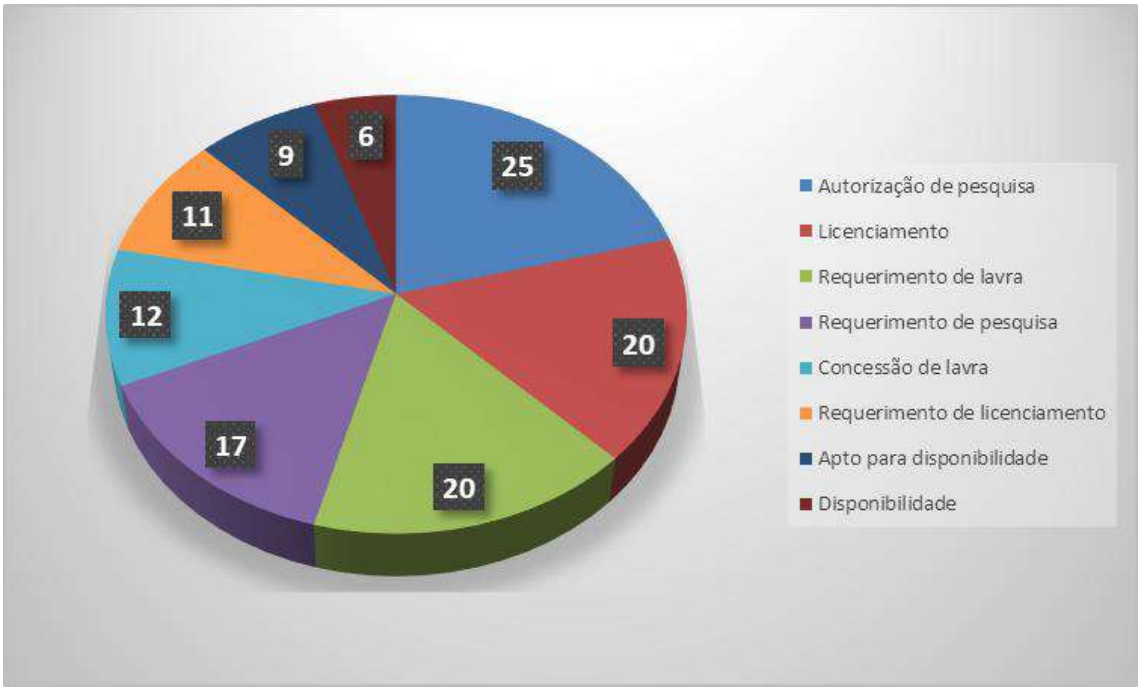
A Figura 118 apresenta as ocorrências de processos minerais ativos para basalto no estado de Goiás. De uma forma geral, os processos concentram-se mais na parte sul do estado. Os processos minerais ativos em função de sua fase para basalto em Goiás podem ser vistos na Figura 119. Quanto ao uso dessa substância em Goiás, 56 processos eram para brita, 52 para revestimento, 6 para pedra de talhe, 3 para uso industrial, 2 para uso na construção civil e um não teve seu uso informado.

Figura 118 - Ocorrências de processos minerais ativos para basalto no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

Figura 119 - Processos minerais ativos em função de sua fase para basalto em Goiás



Fonte: Autoria própria.

7.1.5 Brita e cascalho

Brita e cascalho são materiais granulares produzidos pela indústria extrativa mineral que se caracterizam por apresentar dimensões e propriedades físicas, químicas e tecnológicas adequadas para uso como agregado graúdo na formulação de concreto na construção civil. Ambos são obtidos da exploração de jazidas minerais, sendo que a brita passa por uma etapa a mais de tratamento mineral, a de britagem, antes de sua comercialização. São provenientes de rochas cristalinas, sendo que, para o cascalho, a desagregação se dá por processos naturais (Kulaif, 2012).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (2005) estabelece as características exigíveis na produção e na recepção de agregados, miúdos e graúdos, de origem natural, encontrados fragmentados ou resultantes da britagem de rochas: é por meio da norma NBR 7211. Essa norma define “areia” ou “agregado miúdo” como areia de origem natural ou resultante da britagem de rochas estáveis, ou a mistura de ambas, cujos grãos passam pela peneira de 4,8 mm e ficam retidos na peneira de 0,075 mm. Também define o agregado graúdo como pedregulho ou brita proveniente de rochas estáveis, ou a mistura de ambos, cujos grãos passam por uma peneira de malha quadrada com abertura nominal de 152 mm e ficam retidos na peneira de 4,8 mm. O rachão beneficiado é definido como o material obtido diretamente do britador primário e que é retido na

peneira de 76 mm (Rezende; Serna, 2017). A Tabela 4 apresenta as faixas de tamanhos dos agregados graúdos seguindo a norma NBR NM 248 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2003).

Tabela 4 - Composição granulométrica do agregado graúdo (brita)

Abertura das Peneiras (mm)		Faixas em relação às porcentagens retidas acumuladas				
		Brita Nº 0	Brita Nº 1	Brita Nº 2	Brita Nº 3	Brita Nº 4
		4,75 a 12,5 mm	9,5 a 25 mm	19 a 31,5 mm	25 a 50 mm	37,5 a 75 mm
3"	75					0 - 5
2 1/2"	63					5 - 30
2"	50				0 - 5	75 - 100
1 1/2"	37,5				5 - 30	90 - 100
1 1/4"	31,5			0 - 5	75 - 100	95 - 100
1"	25,00		0 - 5	5 - 25	87 - 100	
3/4"	19,00		2 - 15	65 - 95	95 - 100	
1/2"	12,50	0 - 5	40 - 65	92 - 100		
3/8"	9,50	2 - 15	80 - 100	92 - 100		
1/4"	6,30	40 - 65	92 - 100	95 - 100		
4 #	4,75	80 - 100	95 - 100			
8 #	2,36	95 - 100				

Fonte: Adaptado de NBR 248 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2003).

Jazidas de areias, cascalhos e pedras britadas são encontradas em todas as regiões brasileiras e na grande maioria dos municípios. Apenas em áreas com espessas bacias sedimentares, como a bacia amazônica na Região Norte do país, a ocorrência de afloramentos de rochas com as propriedades físicas, químicas e mecânicas adequadas para uso como agregado é mais escassa (Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção. Agregados para Construção, 2024). Foram encontrados apenas 162 processos para brita na base de dados Sigmine/ANM para as seguintes substâncias minerais: granito para brita (64 processos), basalto para brita (49), diabásio para brita (28), gnaisse para brita (11), brita de granito (5), migmatito para brita (3), calcário para brita (1) e diorito para brita (1), que somados correspondiam a 0,07% dos processos da base dados. Já para cascalho foram encontrados cascalho 7.112 (3,03%) processos ativos, conforme pode ser visto na Figura 120.

No estado de Goiás, não foram encontrados processos ativos para brita. Para cascalho foram encontrados 748 (5,34%) processos ativos (Figura 121), todos com uso para construção civil ou brita e ocupando uma área requerida de 25.496,09 ha (0,07% do estado de Goiás). Tais processos têm 552 titularidades diferentes, sendo que, dessas, 31

são de municípios goianos: Água Limpa, Águas Lindas de Goiás, Aloândia, Anhanguera, Aragoiânia, Aruanã, Caçu, Campos Belos, Castelândia, Cidade Ocidental, Faina, Goiandira, Goiás, Guapó, Guarinos, Iaciara, Ivolândia, Jesúpolis, Lagoa Santa, Mambaí, Mineiros, Morro Agudo de Goiás, Orizona, Posse, Rio Verde, Santa Bárbara de Goiás, São Miguel do Araguaia, São Miguel do Passa Quatro, Silvânia, Sítio D'Abadia e Uirapuru.

Figura 120 - Ocorrências de processos minerais ativos para cascalho

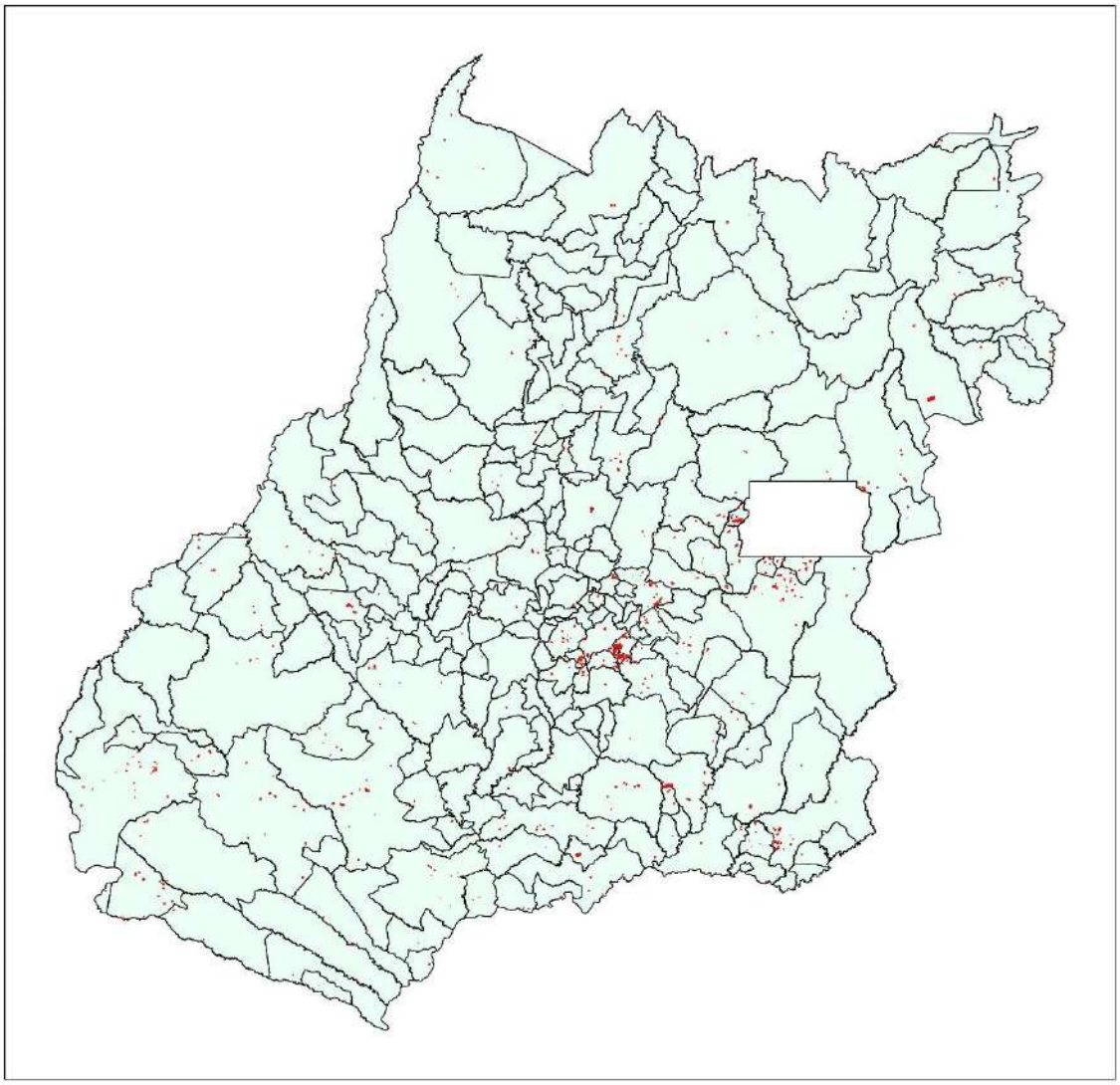


Fonte: Autoria própria.

Se no passado o termo empregado para tais minerações era “pedreira”, atualmente esse termo vem sendo substituído por “mina de agregados”, uma vez que, segundo Fernando (2017), os empreendimentos têm sido impulsionados pelos novos modelos de produção, superiores aos antigos modelos predatórios. O autor afirma que a antiga denominação remete a uma ideia de garimpo, uma atividade de controle ineficaz ou inexistente e de planejamento inadequado para um modelo extrativista de transformação mineral e

ambiental adequada às mais recentes e sempre atualizadas demandas da sociedade, corretamente carregada de responsabilidade socioambiental.

Figura 121 - Ocorrências de processos minerais ativos para cascalho no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

No Brasil, os grandes centros consumidores, representados pelas regiões metropolitanas, estão, geralmente, localizados em áreas geologicamente favoráveis a reservas de boa qualidade. As rochas utilizadas para produção de brita são, fundamentalmente, granitos e gnaisses, seguidos por calcários, dolomitos, basaltos e diabásios, normalmente utilizados em regiões em que os primeiros não são abundantes. Segundo Valverde (2001), no Brasil, a produção de brita divide-se por tipos de rochas: 85% de rochas granitoides (granito, gnaisse, riolito e outras), 10% de rochas calcárias (calcário e dolomito) e 5% de basalto e diabásio. Pela variedade de rochas que podem

ser exploradas para obtenção desses agregados, consideram-se como abundantes esses recursos em quase todos os países do mundo. Os principais locais de produção de areia são várzeas e leitos de rios, depósitos lacustres e mantos de decomposição de rochas (Serna *et al*., 2009).

A mineração de agregados para a construção civil gera grandes volumes de produção, apresenta beneficiamento simples, baixo preço unitário e necessita ser produzida no entorno do local de consumo, geralmente áreas urbanas, devido à alta participação do transporte no custo final. O transporte responde por cerca de 1/3 do custo final da areia e por 2/3 do preço final da brita. Esse setor é o segmento da indústria mineral que comporta o maior número de empresas e trabalhadores e o único a existir em todos os estados brasileiros. Atualmente o setor mineral discute o problema da disponibilidade desses recursos, principalmente aqueles localizados dentro ou no entorno dos aglomerados urbanos. A possibilidade de exploração destes bens minerais vem declinando em razão do inadequado planejamento urbano e territorial, de problemas de sustentabilidade ambiental, de zoneamentos restritivos e de usos competitivos do solo, tornando preocupantes as perspectivas de garantia de suprimento futuro (Serna *et al*., 2009).

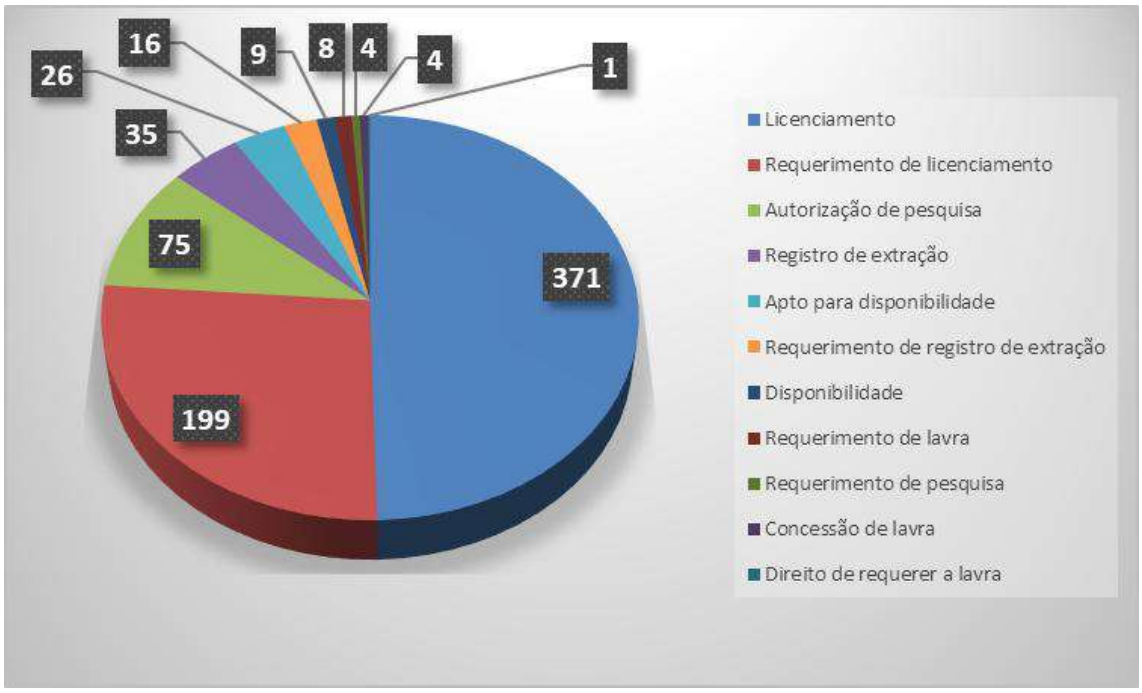
O consumo de brita e cascalho dá-se praticamente todo na indústria da construção civil. Seu uso acha-se dividido entre os subsetores de revenda (lojas de materiais de construção), concreto pré-misturado, fabrico de pré-moldados de concreto, concreto asfáltico, material para compor a base/sub-base de rodovias, lastro ferroviário, enrocamento e filtro. Esses subsetores estão na base dos ramos de edificações e de construção pesada, que constituem a formação de moradias e de infraestrutura do país (Kulaif, 2012).

Segundo dados da Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção (ANEPAC), de 2000 a 2013, a demanda por agregados cresceu em torno de 6,2% ao ano, atingindo 745 milhões de toneladas em 2013. A partir de então, seguiram-se quatro anos de quedas consecutivas, chegando em 2017 a 497 milhões de toneladas, 33% abaixo de 2013. Desde 2013, houve redução de 30% da força de trabalho composta por mão de obra especializada no setor. Contudo, em 2022 a demanda foi de 640 milhões de toneladas de agregados, sendo 374 milhões de toneladas de areia e 266 milhões de toneladas de brita.

A Figura 122 apresenta os processos minerais ativos na base de dados Sigmine/ANM em função de sua fase para cascalho em Goiás. Nota-se que 49,60% dos processos se

encontram em fase de licenciamento, ao passo que estão em registro de extração apenas 4,68% dos processos.

Figura 122 - Processos minerais ativos em função de sua fase para cascalho em Goiás



Fonte: Autoria própria.

7.1.6 Filito

O filito é uma rocha de baixo grau de metamorfismo em função das suas condições de temperatura e pressão. É constituída basicamente dos minerais sericita, caulinita e quartzo. É considerado um ótimo impermeabilizante e isolante térmico, além de apresentar preço relativamente baixo dentro da construção civil. Pode substituir a argamassa para assentar pisos e é altamente empregado como elemento de vedação de forma geral (Universidade Federal de Juiz de Fora, 2024).

Os filitos cerâmicos são rochas metamórficas que, moídas, são usadas em massas de grés sanitário, como substitutos parciais de argilas e de feldspatos. São, também, utilizados, em várias proporções, para aumentar a velocidade de sinterização de massas de faianças para louças de mesa, em ladrilhos de piso, em azulejos, em alguns materiais refratários e em cerâmicas elétricas. Devido a conterem minerais com potássio e sódio, têm atuação importante como fundentes, substituindo o feldspato (Biondi; Marczynski, 2004; Riela *et al*., 2002; Tanno; Motta, 2001).

Segundo Pedry *et al*. (2022), o filito possui baixo valor agregado e requer apenas moagem para ser inserido como *filler* em argamassas. Sua função na argamassa é semelhante à da cal, ou seja, prover trabalhabilidade e plasticidade. Vale destacar que o estado que mais produz filito no Brasil é São Paulo, com cerca de 300.000 t/ano.

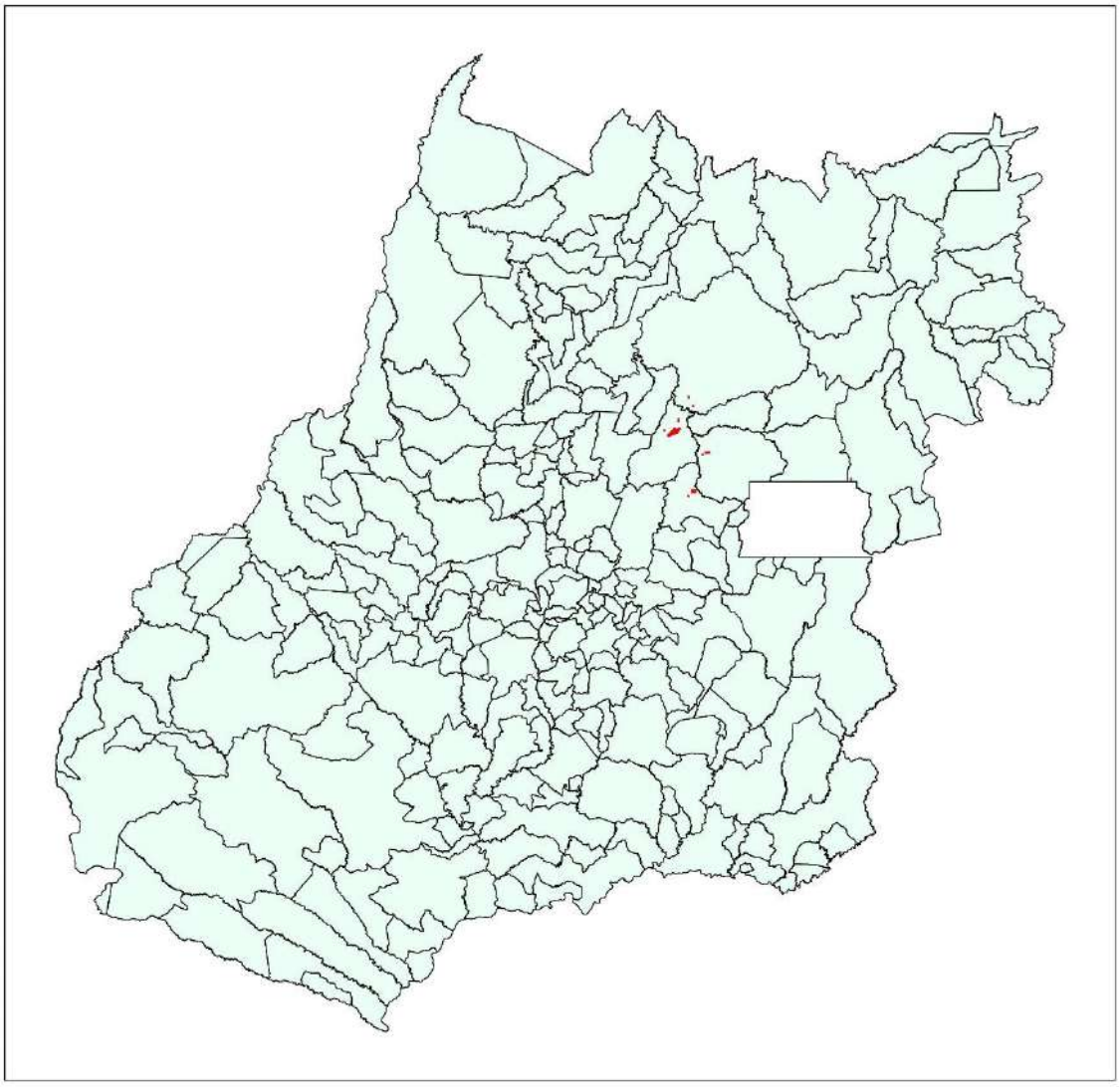
Ademais, a produção brasileira de filito (Figura 123) encontra-se dispersa pelo país, com apenas 440 (0,19% da base de dados) processos ativos na base de dados Sigmine/ANM, dos quais Goiás contribuí com 15 (0,11%) processos ativos (vide Figura 124). Tais processos ocupavam uma área de apenas 4.104,62 ha (0,01% do território goiano) e estavam distribuídos apenas entre quatro municípios goianos, sendo eles: Niquelândia, Vila Propício, Padre Bernardo e Cocalzinho de Goiás. Doze titulares diferentes eram os responsáveis pelos processos ativos protocolados para filito em Goiás.

Figura 123 - Ocorrências de processos minerais ativos para filito



Fonte: Autoria própria.

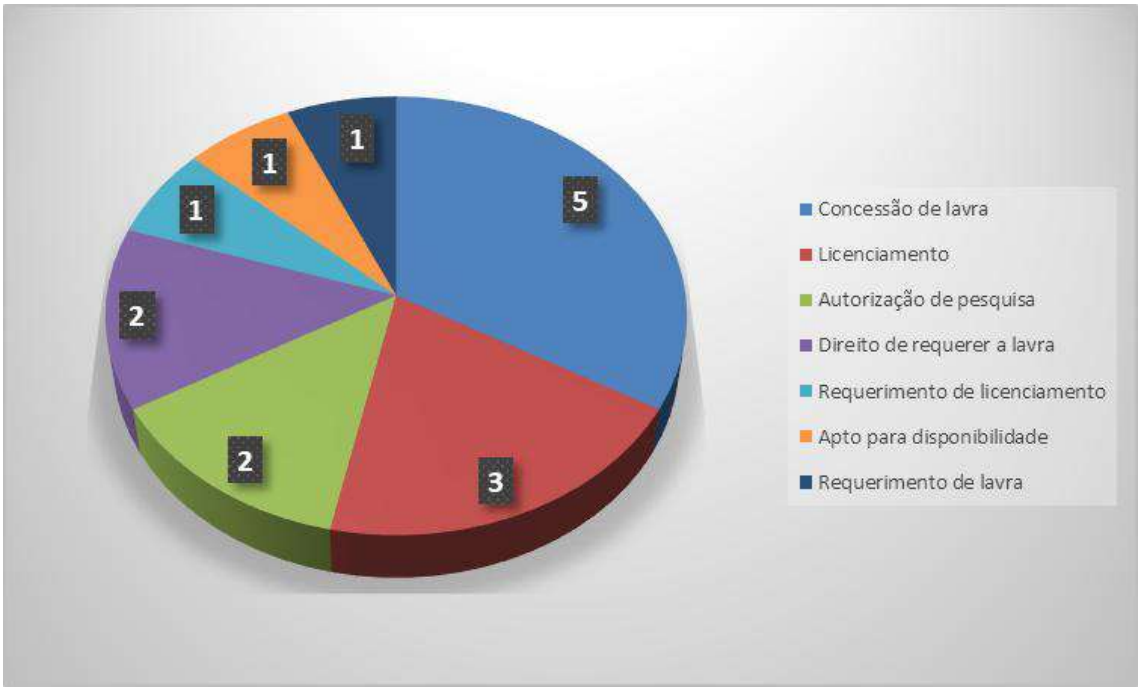
Figura 124 - Ocorrências de processos minerais ativos para filito no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

Os processos minerais ativos em função de sua fase para filito em Goiás podem ser vistos na Figura 125. Quanto ao uso dessa substância em Goiás, 11 processos eram para uso industrial, 2 para pedra de talhe e um para construção civil.

Figura 125 - Processos minerais ativos em função de sua fase para filito em Goiás



Fonte: Autoria própria.

7.1.7 Xisto

Xisto é um termo genérico atribuído a uma classe de rochas metamórficas de origem sedimentar formadas ao longo de milhões de anos. Compostas principalmente por minerais filossilicatos, como muscovita, biotita, clorita, talco e serpentina, essas rochas apresentam uma estrutura foliada, ou seja, com tendência a se dividir em camadas finas. A formação dos xistos ocorre por meio da metamorfose da argila sob altas temperaturas e pressões, em que minerais de xisto e minerais duros, como granada e estaurolita, se formam a partir dos minerais argilosos (Moreira, 2024).

Por ser uma designação genérica, o nome “xisto” precisa ser complementado pelos nomes específicos dos minerais principais, como: “muscovita xisto”, “biotita-granada xisto”, “clorita xisto” e “clorita-talco xisto” (Moreira, 2024).

O xisto apresenta-se em diversas cores e texturas dependendo dos tipos de minerais presentes e da intensidade dos processos metamórficos a que foi submetido. As camadas de xisto são frequentemente visíveis a olho nu, tornando-se relativamente fáceis de distinguir de outros tipos de rochas. Uma das características notáveis do xisto é a sua capacidade de clivar ao longo dos planos de foliação, resultando em peças planas em forma de folha. Essa propriedade tornou o xisto historicamente valioso para diversas

aplicações, como materiais para telhados, pedras decorativas e até ferramentas em algumas culturas (Xisto, 2023).

O depósito de Cu-Au Chapada está localizado a 8,0 km de Alto Horizonte/GO. O quadro geológico é dominado por sequências metavulcanossedimentares que integram o Arco Magmático Neoproterozoico de Mara Rosa, localizado na porção central da Província Tocantins. O arcabouço do depósito é representado por um antiforme cujo núcleo é composto pela associação de magnetita-biotita gnaisse e muscovita-biotita xisto envolto por anfibólios xistos, biotita-muscovita xistos, metacherts, rochas metavulcanoclásticas, corpos anfibolíticos e cianita-quartzo xisto. Todo o conjunto mostra-se recortado por diques pegmatíticos orientados na direção N40°-60°W. O núcleo de biotita gnaisse é correspondente a um corpo plutônico, variando de ácido a intermediário, de ambiente de arco vulcânico, com caráter cálcio-alcalino, e a associação de rochas metavulcanoclásticas, anfibolitos e metacherts envolvente é relacionada a uma sequência metavulcanossedimentar.

O minério do depósito de Cu-Au Chapada é constituído predominantemente pela associação calcopirita-pirita-magnetita, prevalecendo as associações calcopirita-magnetita (minério magnetítico) ou calcopirita-pirita (minério pirítico), com ocorrência subordinada de galena, bornita e esfalerita. Dados U-Pb forneceram idade de 884,9 ± 9,4 Ma para cianita-epidoto-muscovita-biotita xisto feldspático (a qual representa a idade de cristalização das rochas vulcânicas, consideradas protolito das rochas da associação metavulcanossedimentar) e uma idade de 864,9 ± 5,6 Ma para biotita gnaisse (correspondente à idade de cristalização do protolito ígneo) (Oliveira, 2009).

Segundo Navarro, Zanardo e Conceição (2013), na região sul-sudoeste de Goiás, o Grupo Araxá é constituído por uma sequência de metassedimentos (granada-biotita-quartzo xistos, granada-biotita-quartzo xistos feldspaticos, granada-biotita-quartzo paragnaisses, com muscovita e localmente com anfibólio, epidoto, cianita e estaurolita). Igualmente, o Grupo Araxá contém intercalações de rochas metaultramáficas (serpentinito, actinolita xisto, talco xisto, clorita xisto), metamáficas (anfibolito, anfibólio xisto com ou sem granada, granada anfibolito) e corpos graníticos associados.

Foram encontrados processos ativos na base Sigmine/ANM para xisto (156 processos) e para xisto argiloso (apenas 4 processos) que somados correspondiam a 0,07% dos processos ativos presentes na base de dados (vide Figura 126). A contribuição do estado de Goiás para essa substância foi de apenas 26 processos, o que correspondia a 0,19%

dos processos voltados para o estado de Goiás, ocupando uma área requerida de 2.424,01 ha (0,01% da área do estado de Goiás), como pode ser visto na Figura 127.

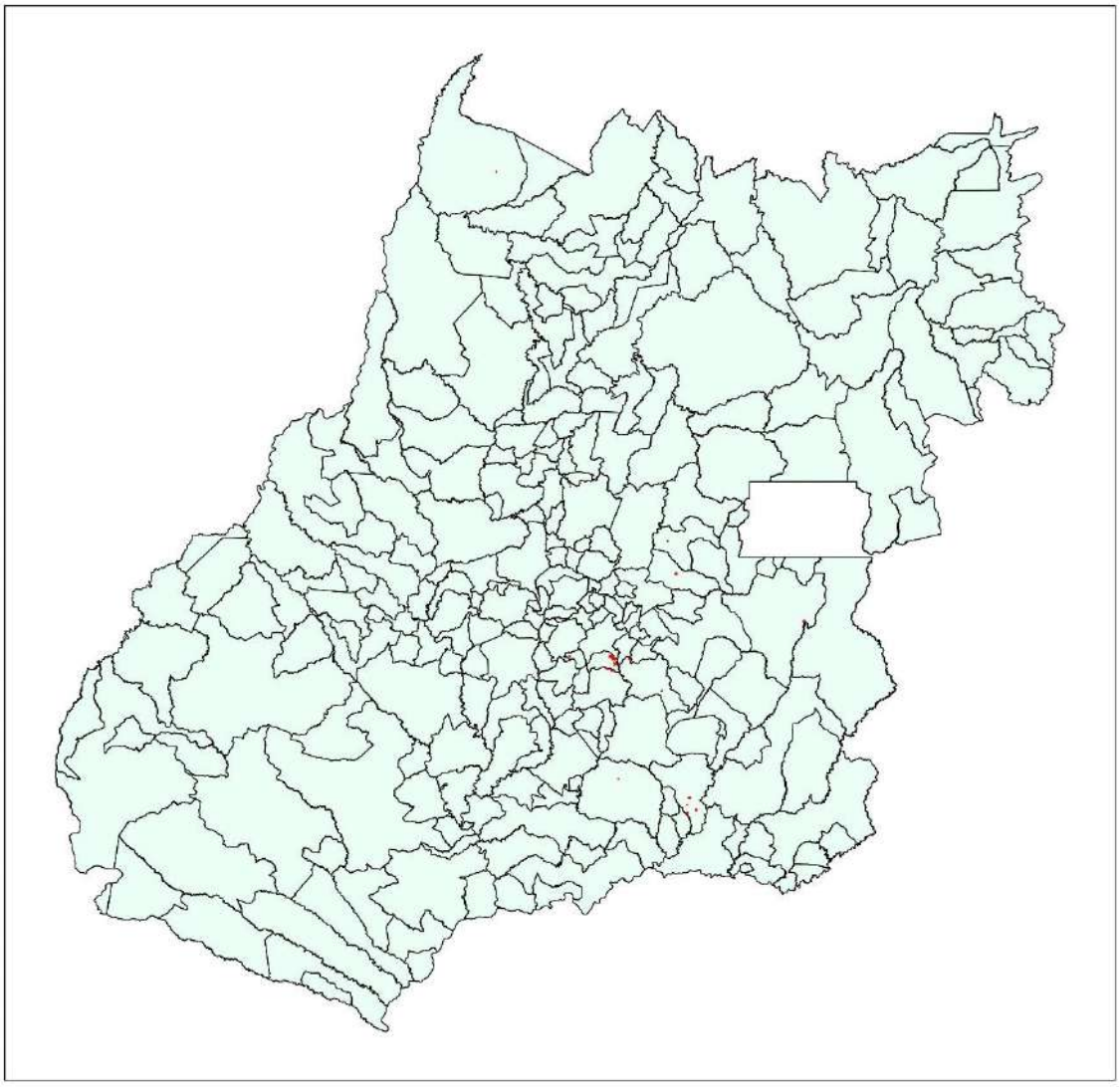
Figura 126 - Ocorrências de processos minerais ativos para xisto



Fonte: Autoria própria.

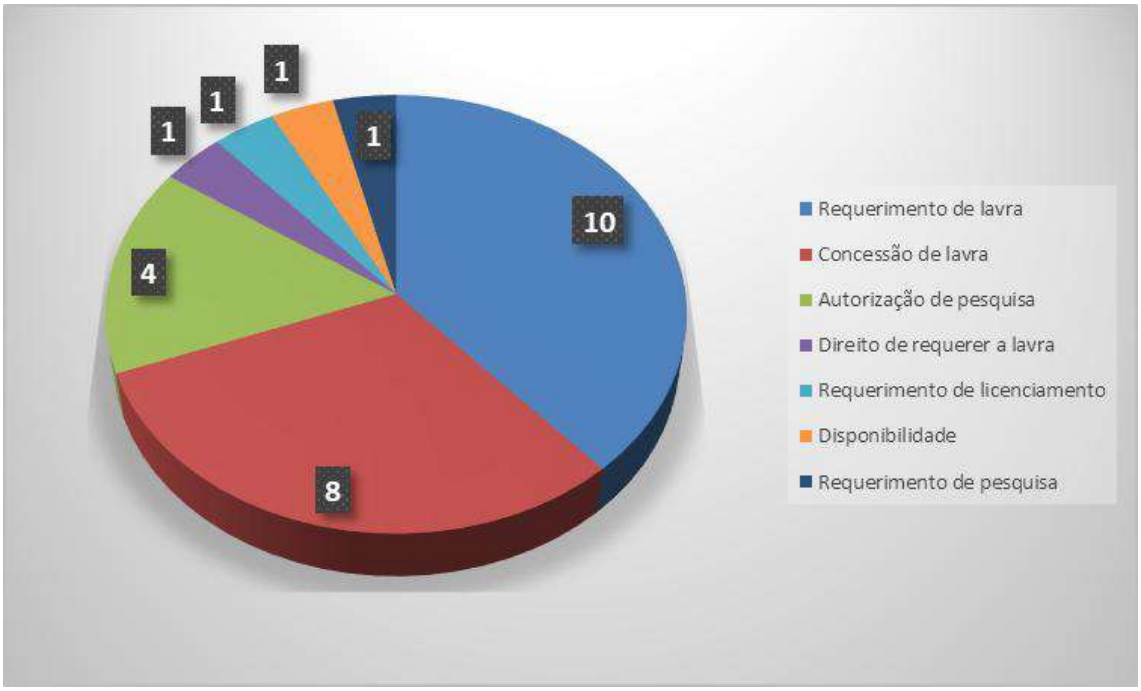
Em Goiás a maior parte do xisto é empregado como brita (69,23%), seguido de revestimento (11,54%), construção civil (3,85%) e uso industrial (3,85%). A Figura 128 apresenta os processos minerais ativos na base de dados Sigmine/ANM em função de sua fase para xisto em Goiás. Nota-se que 38,46% dos processos se encontram em fase de requerimento de lavra e 30,77%, em fase de concessão de lavra.

Figura 127 - Ocorrências de processos minerais ativos para xisto no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

Figura 128 - Processos minerais ativos em função de sua fase para xisto em Goiás



Fonte: Autoria própria.

7.2 Minerais industriais

Os minerais e rochas industriais (MRIs) constituem um grupo de substâncias minerais cuja principal característica, pela sua amplitude, é a diversidade: diversidade de propriedades e de aplicações, diversidade de seu valor unitário e da quantidade produzida e, finalmente, diversidade de gênese e forma de ocorrência geológica (Secco, 2009).

Os minerais industriais, conforme classificação da Agência Nacional de Mineração são: agalmatolito, areia industrial, argilas, argilito, barita, calcário, caulim, cianita, diamante industrial, feldspato, filito, grafita, leucita, mica, ocre, pegmatito, pirita, pirofilita, quartzo, saponito e talco (Lins, 2008). Desses, existem processos minerais ativos em Goiás para as seguintes substâncias minerais: agalmatolito, areia industrial, argilas, barita, calcário, caulim, cianita, diamante industrial, feldspato, filito, grafita, quartzo e talco. Alguns desses minerais já foram descritos anteriormente, bem como suas aplicações.

Segundo Macedo (1998), os minerais industriais são bens minerais que constituem matéria-prima para as indústrias química e metalúrgica. O Brasil é o 3º maior produtor mundial de caulim, 4º de vermiculita e grafita, 5º de magnesita e talco e produz quantidades significativas de amianto e barita. A balança de comércio exterior brasileiro

de não metálicos tradicionalmente se apresenta deficitária, fato que se atribui, principalmente, à dependência de produtos fertilizantes, com destaque para potássio, fosfato e enxofre (Brasil, 2021a).

Uma das características que define os minerais industriais é a sua versatilidade, isto é, sua capacidade de ser aplicado em distintos usos e em diferentes tipos de indústrias. Não existem indústrias nem tarefas do cotidiano doméstico que não usem MRIs em maior ou menor extensão. Os principais setores consumidores são os da construção civil, químico, agrícola e siderometalúrgico. A eles se podem acrescentar, ainda, o farmacêutico, ou de manufatura, o elétrico, o eletrônico e outros (Secco, 2009).

Segundo Secco (2009), no grupo dos minerais e rochas industriais, há uma grande variedade de minerais, com determinadas propriedades físicas e químicas que os tornam insumos em processos industriais como matérias-primas e/ou auxiliares no processo. As matérias-primas minerais são as substâncias incorporadas ao produto no processo de fabricação, como: a argila incorporada à peça cerâmica; o caulim, ao papel; e o carbonato de cálcio, ao plástico. Os auxiliares de processo participam do processo de fabricação, mas não se incorporam ao produto final, como diatomito em filtragem de bebidas e areia no molde de fundição.

7.2.1 Agalmatolito

O agalmatolito é uma rocha metamórfica resultante da alteração hidrotermal da rocha-mãe (protólito), o riolito. Pode ser oriundo também da alteração de rochas sedimentares ricas em alumina em sistemas de dobramentos regionais. O agalmatolito é constituído principalmente por dois minerais, a pirofilita e a moscovita em proporções variadas, bem como outros minerais acessórios. O agalmatolito, em suas aplicações, tem uso parecido com o talco e o caulim e, por isso, algumas vezes, tem sido distribuído no mercado nacional com denominações errôneas, como talco esteatítico e talco caulinítico (Luz, Tomedi e Martins, 2008).

O agalmatolito é constituído principalmente por dois filossilicatos de alumínio, a pirofilita ($Al_2O_3.4SiO_2.H_2O$) e a moscovita ($K_2O.3Al_2O_3.6SiO_2.2H_2O$), em associação com outros minerais, tais como sericita (uma variedade de moscovita finamente cristalizada), quartzo, cianita, andaluzita e diásporo. Como minerais acessórios, é comum a presença de rutilo, zircão, coríndon e turmalina (Luz *et al*., 2008).

Segundo Luz, Tomedi e Martins (2008), o agalmatolito pode ser classificado em diferentes tipos, dependendo das impurezas presentes em:

i. Agalmatolito de cor branca, constituído de pirofilita com traços de turmalina e óxido de manganês dendrítico;
ii. Agalmatolito esverdeado e algumas vezes de cor amarela, com moscovita microcristalizada não orientada e menor proporção de pirofilita, diásporo, turmalina, rutilo, caulinita e quartzo;
iii. Agalmatolito cinza escuro com alto teor de turmalina;
iv. Agalmatolito de cor branca a cinza lamelar constituído essencialmente por moscovita.

Uma das principais vantagens desse material é a sua inércia química, o que significa que ele não é susceptível a entrar em reação química com agentes externos presentes na atmosfera ou em ambientes sujeitos ao contato com substâncias corrosivas (Romano; Araújo, 2018). O uso do agalmatolito é bastante amplo, incluindo a indústria de refratários sílico-aluminosos, tintas, material cerâmico, plástico, papel, celulose, borracha, sabão e outros produtos químicos, artes plásticas, entre outros. De acordo com Secco (2009), os principais agalmatolitos usados em refratários são aqueles com mais altos teores de alumínio e baixos teores de álcalis, isto é, em sua composição mineralógica devem predominar a pirofilita, o diásporo e/ou a cianita. As principais vantagens do uso desse mineral na indústria de sabões, detergentes e outros é sua inércia química, o que não causa alergias e irritações, alta pureza química e o fato de ser inodoro.

O agalmatolito pode atingir níveis de alvura de até 95% (tendo o MgO como referência), o que representa uma propriedade física importante, quando o seu uso se destina à indústria de tintas, celulose/papel e plásticos. Algumas substâncias minerais são prejudiciais à alvura do agalmatolito, tais como turmalina, rutilo/anatásio, óxidos de manganês e de ferro; nesse caso, é desejável fazer o controle desses minerais na frente de lavra (Luz, Tomedi e Martins, 2008).

Atualmente, a maior parte do agalmatolito extraído no Brasil é comercializado para a indústria de tintas. O baixo valor de comercialização para a indústria cerâmica, cerca de 10% do total produzido, não reflete as excelentes qualidades técnicas e promissoras aplicações do agalmatolito na área de revestimentos cerâmicos. Na indústria cerâmica, o agalmatolito pode ser utilizado como matéria-prima fundente na formulação de

porcelanas e porcelanatos, pois, além de apresentar temperatura de vitrificação (1240 °C) na mesma faixa de temperatura de queima desses produtos (1200 a 1250 °C), possui considerável teor de álcalis (óxidos alcalinos como K_2O e Na_2O) presente em sua composição, que varia entre 4 e 11%. O agalmatolito também se destaca por possuir cor de queima branca e por ser uma matéria-prima barata, apresentando um preço muito inferior, se comparado à nefelina. Com efeito, o agalmatolito que vem sendo utilizado recentemente pela indústria cerâmica na formulação de aditivos, visto que custa cerca de um terço do valor da nefelina por tonelada (Alves; Riella; Silveira, 2005).

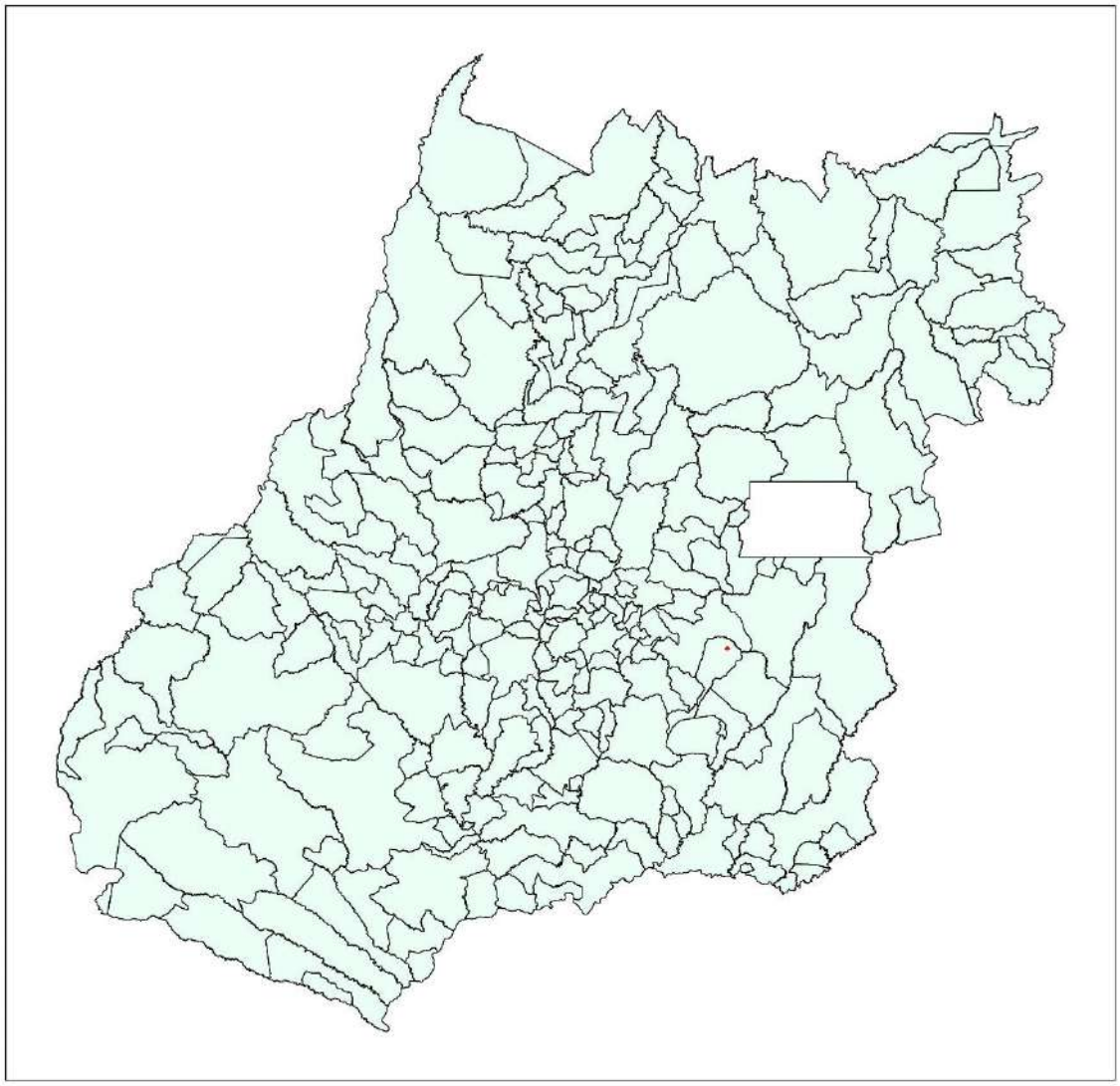
Foram localizados 75 (0,03%) processos de agalmatolito na base de dados Sigmine/ANM em abril de 2024 (Figura 129). No estado de Goiás, existe apenas uma mina de agalmatolito conhecida, localizada no município de Vianópolis (como pode ser visto na Figura 130). Esse único processo é de titularidade da Kymera Mine Mineração e Comércio Ltda., encontra-se em fase de concessão de lavra com uso industrial e ocupa uma área requerida de 397,68 ha.

Figura 129 - Ocorrências de processos minerais ativos para agalmatolito



Fonte: Autoria própria.

Figura 130 - Ocorrências de processos minerais ativos para agalmatolito no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

7.2.2 Barita

A barita é um sulfato de bário ($BaSO_4$) que pode ser encontrado em rochas ígneas, metamórficas ou sedimentares. O mineral ocorre comumente em depósitos formados em diversos ambientes geológicos onde outros minerais semissolúveis, como calcita e fluorita, também estão presentes. A barita pura tem densidade em torno de 4,5 g/cm^3 e contém 58,8% de bário (Ba), sendo a mais importante fonte comercial desse elemento. O Ba também pode ser obtido a partir da witherita ($BaCO_3$), mas é um mineral raro e com pouca importância econômica. Uma importante característica da barita é a de permanecer praticamente insolúvel em água e em ácido, o que lhe confere a propriedade de inércia química. Na maioria dos depósitos comerciais, ocorre como concreções,

massas e nódulos irregulares e como camadas laminadas e massivas de cristalinidade fina (Luz; Baltar, 2008; Penaloza *et al*., 2023).

O Brasil ocupa a 15ª posição na produção mundial de bário, considerado um dos principais insumos para a indústria de petróleo e gás natural, apesar de ter o maior número de reservas dessa substância mineral no mundo. Em 2012, o país detinha 64,4% das reservas globais do mineral, mas participou de apenas 2,2% da produção mundial. No Brasil, as principais ocorrências estão localizadas nos estados da Bahia, Minas Gerais, Goiás, Paraná e São Paulo (Tabela 5). Apenas as ocorrências da Bahia têm importância econômica (Brasil, 2012; Luz; Baltar, 2008). A Figura 131 apresenta a produção mundial de barita em 2012. Já a Figura 132 apresenta as ocorrências de processos minerais ativos para barita na base de dados Sigmine/ANM. Foram localizados 88 (0,04%) processos, sendo que, desses, apenas um estava localizado em Goiás (vide Figura 133), de titularidade da empresa Kymera *Mine* Mineração e Comércio Ltda., ocupando uma área requerida de 839,82 há no município de Rianápolis. Esse processo se encontrava em abril de 2024 em fase de autorização de pesquisa dessa substância com um industrial.

Tabela 5 - Distribuição das reservas de barita no Brasil em 2006

Estado	Reserva medida		
	Minério (t)	$BaSO_4$ (t)	Teor (%)
Bahia	2.389.124	1.898.211	66,35
Minas Gerais	32.233.391	5.623.173	17,11
Goiás	360.000	54.000	70,00
Paraná	175.000	174.901	80,17
São Paulo	68.000	28.560	-
Total	**35.229.725**	**7.781.358**	**19,75**

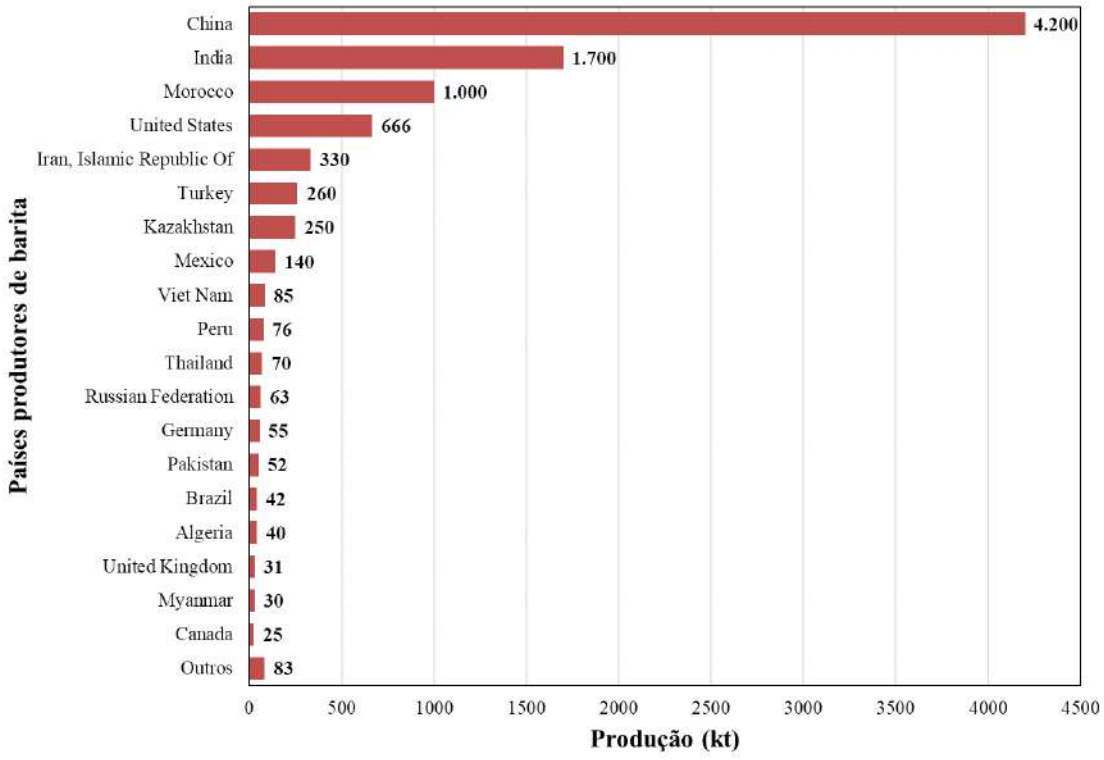
Fonte: ANM (2006) *apud* Luz e Baltar (2008).

Segundo Araújo (2010), em 2009 o quadro da produção interna bruta de barita, acompanhando o desempenho internacional, apresentou queda em relação ao ano anterior, com abatimento nos níveis de produção de 20%. Em 2009, o Brasil contribuiu com 197 Mt de $BaSO_4$ (minério contido), o que representa 3,5% da produção mundial de barita, número que posiciona o país entre os cinco maiores produtores desse insumo mineral. Goiás foi responsável por 83% da produção do país em 2009.

Os depósitos de barita têm sido explotados em todo o mundo, principalmente, por lavra a céu aberto. A barita, sendo mais friável do que a maioria dos minerais de ganga, tende a concentrar-se nas frações mais finas do produto da britagem. Para o descarte dos

minerais argilosos (lamas), costuma-se utilizar lavadores do tipo *log washer*. O uso de *trommel* é comum para descarte dos minerais de ganga com granulometria grossa. A separação magnética pode ser usada para eliminação de minerais oxidados de ferro. Devido à diminuição do teor do minério, o processamento mineral da barita hoje em dia torna-se cada vez mais desafiador se a separação for alcançada por técnicas de processamento mineral, como gravidade ou separação magnética. Em vez disso, a flotação em espuma foi demonstrada como o método mais eficaz. A flotação é usada para recuperação da fração fina descartada nas operações gravíticas ou como processo de beneficiamento de minérios contendo fluorita ou sulfetos (Luz; Baltar, 2008; Penaloza *et al*., 2023).

Figura 131 - Produção mundial de barita em 2012



Fonte: Adaptado de *Olson* (2015).

Figura 132 - Ocorrências de processos minerais ativos para barita



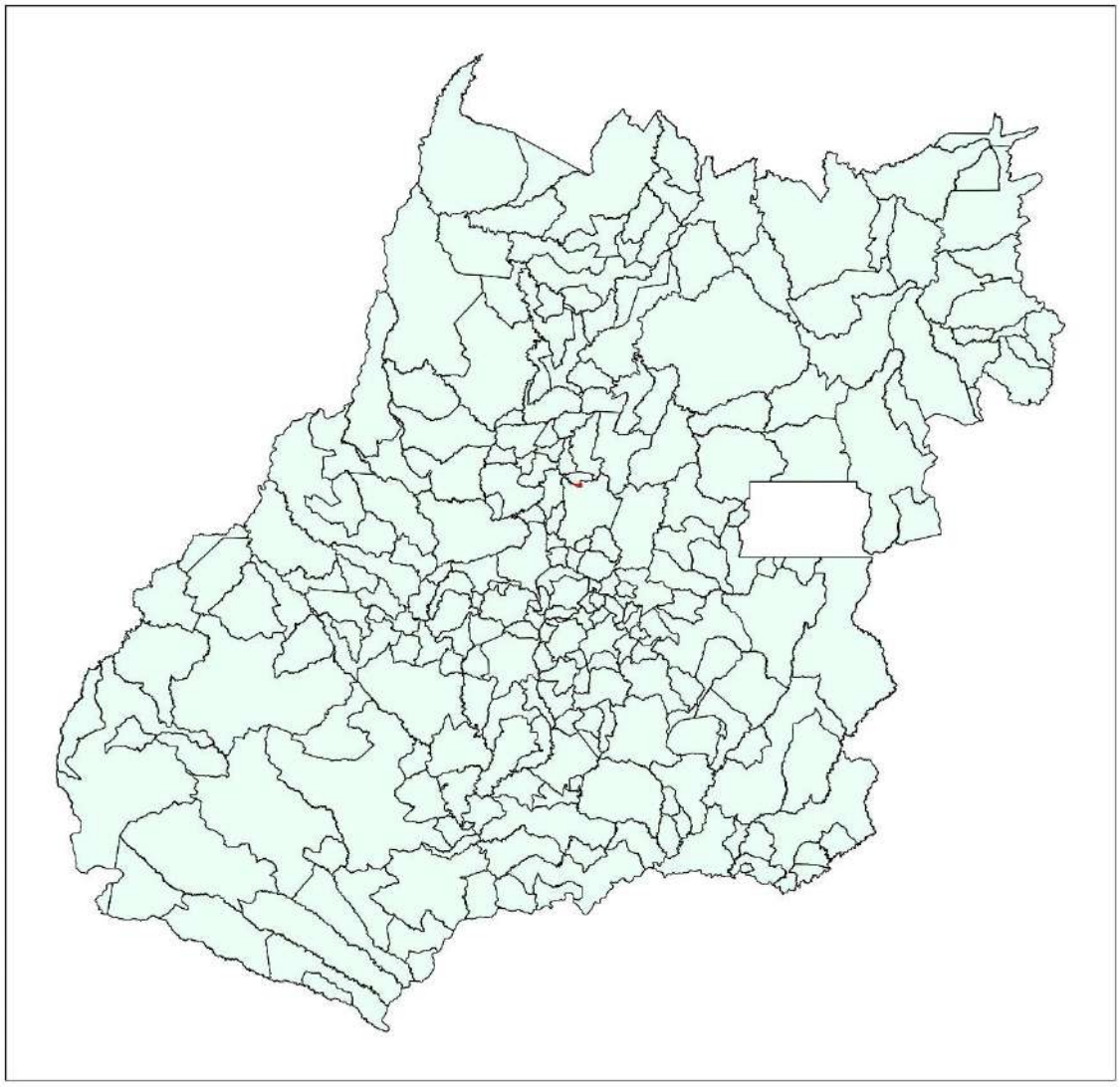
Fonte: Autoria própria.

A barita, devido à sua alta massa específica, abundância relativa e facilidade de moagem, tem sido usada há muito tempo como material de enchimento e agente espessantes. Nos EUA é usada na produção de vidro, cerâmica, tubos de TV, tintas, plásticos, pirotecnia verde e papel para impressão fotográfica. O maior uso, vale frisar, é como fluido de perfuração usado na indústria de petróleo e gás (Hanor, 2000). Acosta (2020) estudou o uso da adição de barita nas propriedades da argamassa de Cimento Portland, empregando diferentes dosagens. Os resultados mostraram que a adição do mineral melhorou a resistência da argamassa.

De acordo com um relatório da Agência Internacional de Energia, o aumento da utilização de petróleo para a produção de energia e a mudança de gás para petróleo, na sequência do aumento dos preços do gás natural na Europa, estão elevando a trajetória de crescimento da procura de petróleo ao longo de 2022 e até 2023. Como resultado, as estimativas para o crescimento da procura global em 2022 aumentaram em 380 kb/d.

Esses ganhos, esmagadoramente concentrados no Médio Oriente e na Europa, mascaram a relativa fraqueza noutros setores, mas impulsionarão a procura para um aumento de 2,1 MB/d para 99,7 MB/d em 2022 e de mais 2,1 MB/d, para 101,8 MB/d, em 2023 (Mordor Intelligence, ©2024a).

Figura 133 - Ocorrências de processos minerais ativos para barita no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

7.2.3 Caulim

Segundo Silva (2021), o termo caulim ou "*china clay*" deriva da palavra chinesa *Kauling* (colina alta) e se refere a uma colina de Jauchau Fu, ao norte da China, onde o material é obtido há muito tempo. É formado essencialmente pela caulinita, apresentando em geral cor branca ou quase branca devida ao baixo teor de ferro. É um

dos mais importantes e provavelmente um dos seis minerais mais abundante do topo da crosta terrestre (profundidade até 10 metros).

A primeira utilização industrial do caulim foi na fabricação de artigos cerâmicos e de porcelana há muitos séculos. Somente a partir da década de 1920 é que teve início a aplicação do caulim na indústria de papel, sendo precedida pelo uso na indústria da borracha. Posteriormente, o caulim passou a ser utilizado em plásticos, pesticidas, rações, produtos alimentícios e farmacêuticos, fertilizantes e outros, tendo atualmente uma variedade muito grande de aplicações industriais (Silva, 2021).

Entende-se por caulim o material formado por um grupo de silicatos hidratados de alumínio, principalmente caulinita ($Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$) e haloisita ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$). Também podem ocorrer os minerais do grupo da caulinita, a saber: diquita ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$), nacrita, folerita, anauxita ($2Al_2O_3.6SiO_2.5H_2O$), colirita e tuesita. Além disso, o caulim sempre contém outras substâncias sob a forma de impurezas, desde traços até a faixa de 40 a 50% em volume, consistindo, de modo geral, de areia, quartzo, palhetas de mica, grãos de feldspato, óxidos de ferro e titânio, dentre outras (CRISCUOLO, 2008). A fórmula química dos minerais do grupo da caulinita é $Al_2O_3.mSiO_2.nH_2O$, em que m varia de 1 a 3 e n, de 2 a 4. Embora o mineral caulinita ($Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$) seja o principal constituinte do caulim, outros elementos, além de alumínio, silício, hidrogênio e oxigênio, acham-se geralmente presentes. A composição química do caulim é usualmente expressa em termos de óxidos dos vários elementos, embora eles possam estar presentes em forma mais complicada e por vezes desconhecida (Silva, 2021).

O caulim apresenta granulometria tipicamente mais grosseira que as demais argilas (-0,2 μm), mas tanto a resistência mecânica quanto a sua plasticidade é mais baixa que as demais argilas. Para além disso, apresenta massa específica de 2,6 g/cm^3, ponto de fusão variando de 1.650 ºC a 1.775 ºC e apresenta lamelas hexagonais bem cristalizadas e partículas lamelares euédricas.

O caulim tem muitas aplicações industriais e novos usos estão constantemente sendo pesquisado e desenvolvidos. É um mineral industrial de características especiais, porque é quimicamente inerte dentro de uma ampla faixa de pH; tem cor branca; apresenta ótimo poder de cobertura quando usado como pigmento ou como extensor em aplicações de cobertura e carga; é macio e pouco abrasivo; possui baixas condutividades de calor e eletricidade; e seu custo é mais baixo que a maioria dos materiais concorrentes.

De acordo com Silva (2021), as principais aplicações do caulim são como agentes de enchimento (*filler*) no preparo de papel, como agente de cobertura (*coating*) para papel *couché* e na composição das pastas cerâmicas. Em menor escala, o caulim é usado na fabricação de materiais refratários, plásticos, borrachas, tintas, adesivos, cimentos, inseticidas, pesticidas, produtos alimentares e farmacêuticos, catalisadores, absorventes, dentifrícios, clarificantes, fertilizantes, gesso, auxiliares de filtração, cosméticos, produtos químicos, detergentes e abrasivos, além de cargas e enchimentos para diversas finalidades.

Segundo Campos e Farias (2018), a produção mundial total de caulim em 2016 foi de, aproximadamente, 36,9 Mt, crescendo 1,4% em relação ao ano anterior, sendo os Estados Unidos o maior produtor mundial com, aproximadamente, 5,7 Mt, seguido pela Índia, com 4,8 Mt. A lista dos maiores países produtores prolonga-se com Alemanha (4,3 Mt), República Tcheca (3,5 Mt) e China (3,2 Mt). O Brasil permaneceu na 7ª colocação (1,7 Mt), que corresponde a 4,7% da produção mundial em 2016. As principais reservas de caulim existentes no Brasil encontravam-se nos estados do Amazonas, Amapá e Pará e alcançaram em 2016 um total de aproximadamente 7,1 bilhões de toneladas de reserva lavrável.

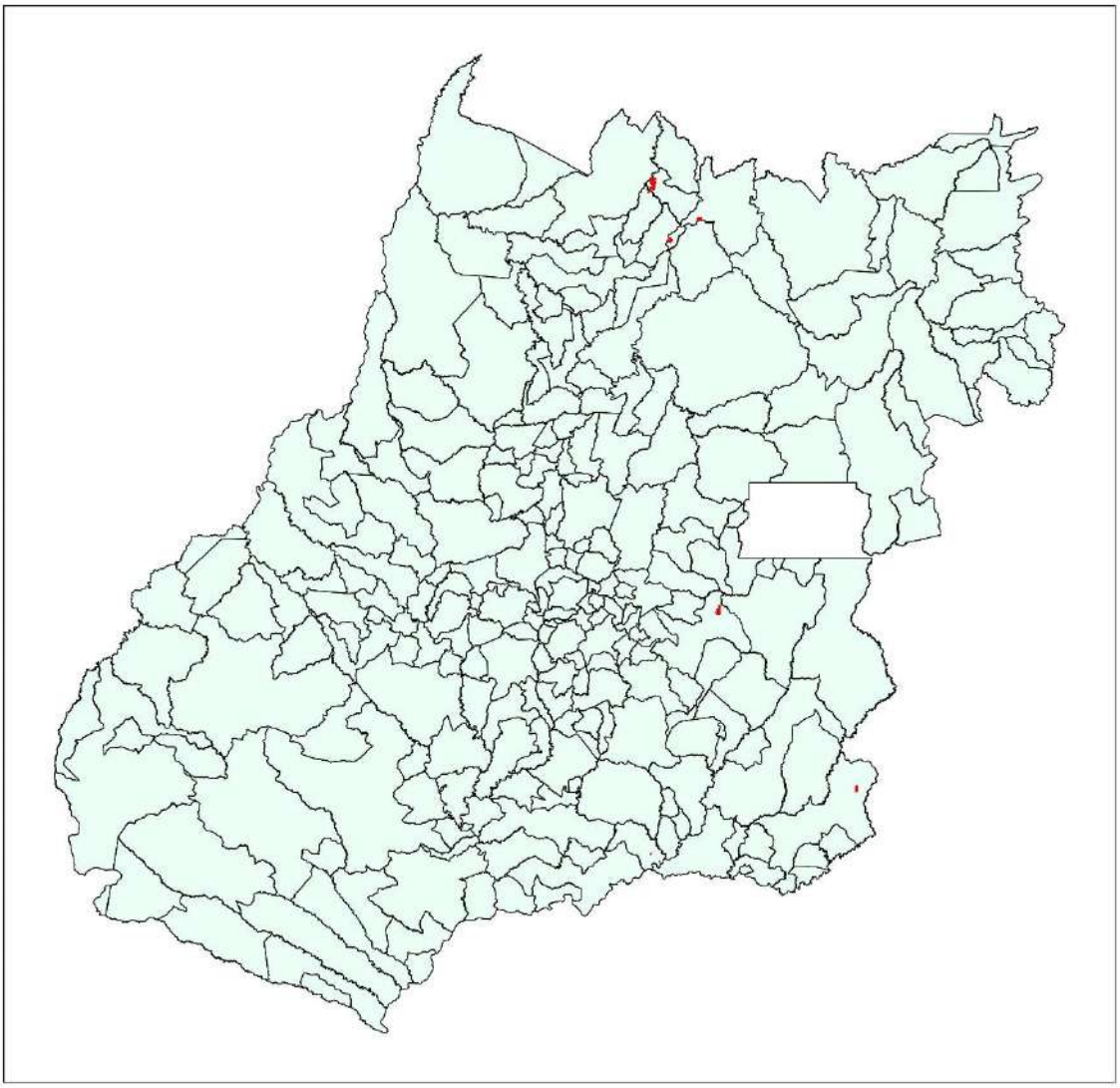
A Figura 129 apresenta as ocorrências de processos minerais ativos na base de dados Sigmine/ANM para caulim. Foram encontrados 1.518 (0,65%) processos, sendo que 14 (0,10%) estavam localizados no estado de Goiás, todos com uso industrial desse bem mineral e sob nove titularidades diferentes. Os processos totalizam uma área requerida de 5.679,32 ha (0,02%) do estado distribuída entre cinco municípios: Trombas, Campinorte, Minaçu, Silvânia e Catalão (Figura 130). Os processos minerais ativos em função de sua fase para caulim em Goiás podem ser vistos na Figura 131.

Figura 134 - Ocorrências de processos minerais ativos para caulim



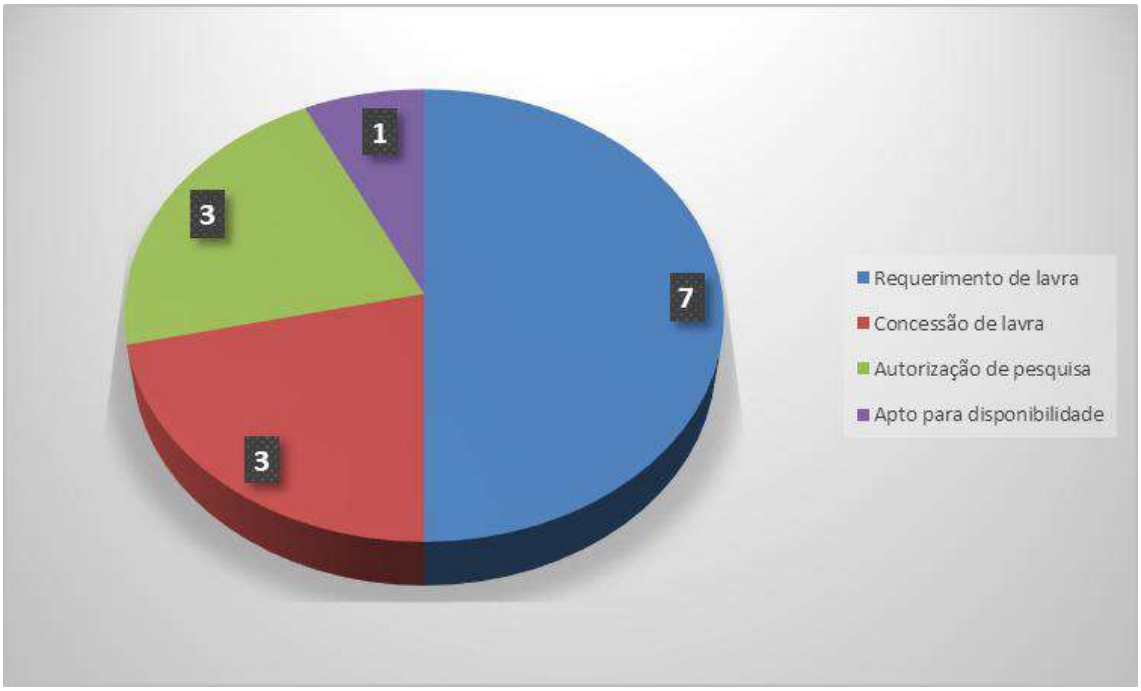
Fonte: Autoria própria.

Figura 135 - Ocorrências de processos minerais ativos para caulim no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

Figura 136 - Processos minerais ativos em função de sua fase para caulim em Goiás



Fonte: Autoria própria.

7.2.4 Cianita

A cianita (Al_2SiO_5) é um silicato de alumínio, da família dos nesossilicatos, muito presente nas rochas metassedimentares. É um mineral importante na determinação das condições de temperatura e pressão de uma paragênese mineral, fazendo parte do conjunto dos três polimorfos de silicato de alumínio (cianita, sillimanita e andaluzita) dentre os quais corresponde ao estado estável à pressões mais elevadas. A cianita é identificada pela sua cor azulada, por seus cristais laminados, por sua clivagem e por apresentar dureza diferente conforme a direção em que é riscada.

Segundo Joffily e Oliveira (2008), a cianita é um mineral com alta porcentagem de alumina (~ 60%), sendo por isso um dos mais importantes minerais usados na produção de alumina de alto teor (50-55% Al_2O_3). Os teores elevados em alumina permitem que a cianita seja amplamente empregada como mineral industrial por suas características refratárias (Bulut; Yurtsever, 2004). A cianita, quando calcinada e transformada em mulita (mineral com excelentes propriedades físicas e mecânicas a temperaturas elevadas), apresenta alto ponto de fusão, baixa expansão térmica, boa resistência à fratura e ao choque térmico, alta resistência à fluência, estabilidade térmica, baixa densidade e baixa constante dielétrica. Essas propriedades permitem que a mulita seja

utilizada na fabricação de tijolos refratários e peças cerâmicas. A cianita é também utilizada como mineral gemológico.

Segundo Joffily e Oliveira (2008), aproximadamente 95% da produção de cianita no mundo é consumida por indústrias de refratários, nas quais 60% são para fundição e processamento de metais ferrosos, 20% para metais não ferrosos e 15% para fabricação de vidros e cerâmicas (Macdonald, 1992). Refratários são materiais resistentes ao calor acima de 1500 °C que constituem os forros para fornalhas e reatores de alta temperatura e que suportam o desgaste e a corrosão física por agentes químicos (Jensen; Bateman, 1981). A cianita é utilizada principalmente como mineral refratário devido a sua grande e irreversível expansão térmica, que ajuda a neutralizar a contração normal existente na maioria dos outros materiais refratários, como as argilas (Potter, 2003).

Os Estados Unidos da América são os principais produtores de cianita e mulita no mundo. Sua principal reserva está localizada no estado da Virgínia, com produção anual em torno de 150 mil toneladas. No Brasil, as principais ocorrências e depósitos estão localizados em Goiás (com destaque para o depósito da Serra das Araras no município de Santa Terezinha), Minas Gerais e Bahia. No entanto, a produção do país ainda é muito baixa (Joffily; Oliveira, 2008).

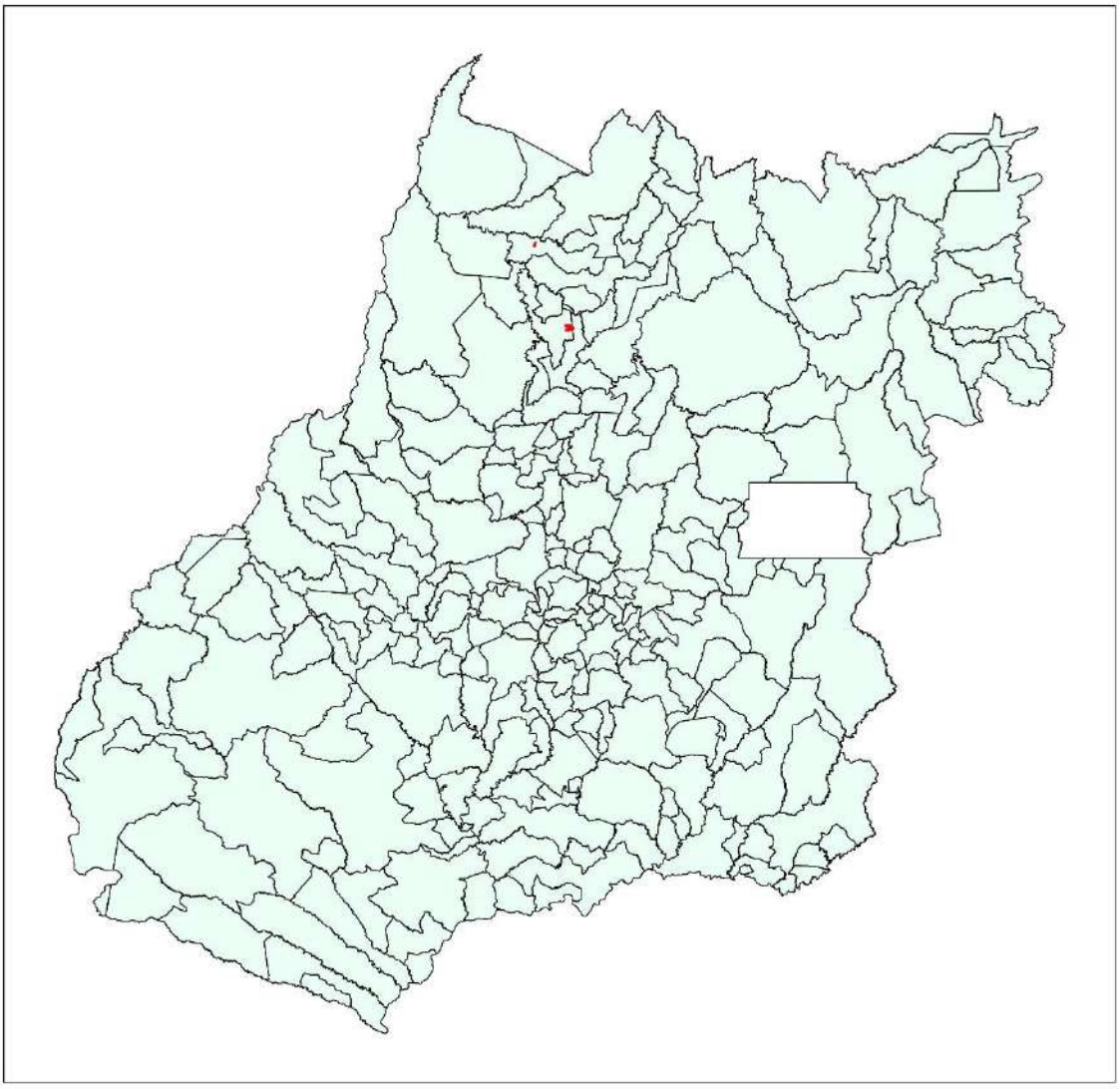
Foram encontrados 40 (0,02%) processos ativos na base de dados Sigmine/ANM em abril de 2024 para a substância mineral cianita (Figura 137). Dois municípios no estado de Goiás concentram os cinco processos ativos desta substância mineral (referentes a 0,04% dos processos goianos), sendo eles Amaralina e Santa Terezinha de Goiás (Figura 138), cobrindo uma área requerida de 2.768,76 ha (correspondente a 0,01% do estado de Goiás). Tais processos eram de quatro titularidades diferentes e dois se encontravam em fase de requerimento de lavra, dois em disponibilidade e um em fase de autorização de pesquisa.

Figura 137 - Ocorrências de processos minerais ativos para cianita



Fonte: Autoria própria.

Figura 138 - Ocorrências de processos minerais ativos para cianita no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

7.2.5 Diamante industrial

O diamante é popularmente conhecido como um elemento extremamente duro e amplamente utilizado em joias. No entanto, ele também é de grande serventia na indústria. O diamante industrial é o diamante extraído, mas que não será utilizado pela indústria joalheira. Além da dureza já conhecida, o diamante industrial é altamente abrasivo, sendo usado largamente na indústria automobilística, especialmente em retífica de motores.

O diamante industrial apresenta formas, tamanhos e cores variadas, no entanto, é na forma de pó ou pedra que é mais comum de ser utilizado. O pó de diamante industrial

pode ser encontrado com as mais variadas granulometrias, de forma que seja possível fazer a retificação ou o acabamento da peça da forma mais precisa e adequada.

O diamante industrial ainda pode ser dividido em duas categorias, de acordo com a sua qualidade. O diamante industrial de menor qualidade é britado, isto é, quebrado em pequenos pedaços, e seu uso é na forma abrasivos. Já o diamante de maior qualidade é indicado para uso em dressadores, ou seja, quando ocorre a recuperação de rebolos, com o objetivo de restaurar as suas características, conhecidas como:

- Desbastes grossos;
- Aparo de rebarbas;
- Afiação de ferramentas;
- Obtenção de uma superfície lisa para acabamento.

O diamante industrial deve ser usado em peças feitas de alumínio, magnésio e suas ligas, de materiais plásticos e madeira, ou seja, em materiais não ferrosos. Se trabalhado em altas temperaturas, o diamante industrial dissolve-se quando em contato com essas ligas ferrosas, tais como o aço, perdendo a sua eficácia.

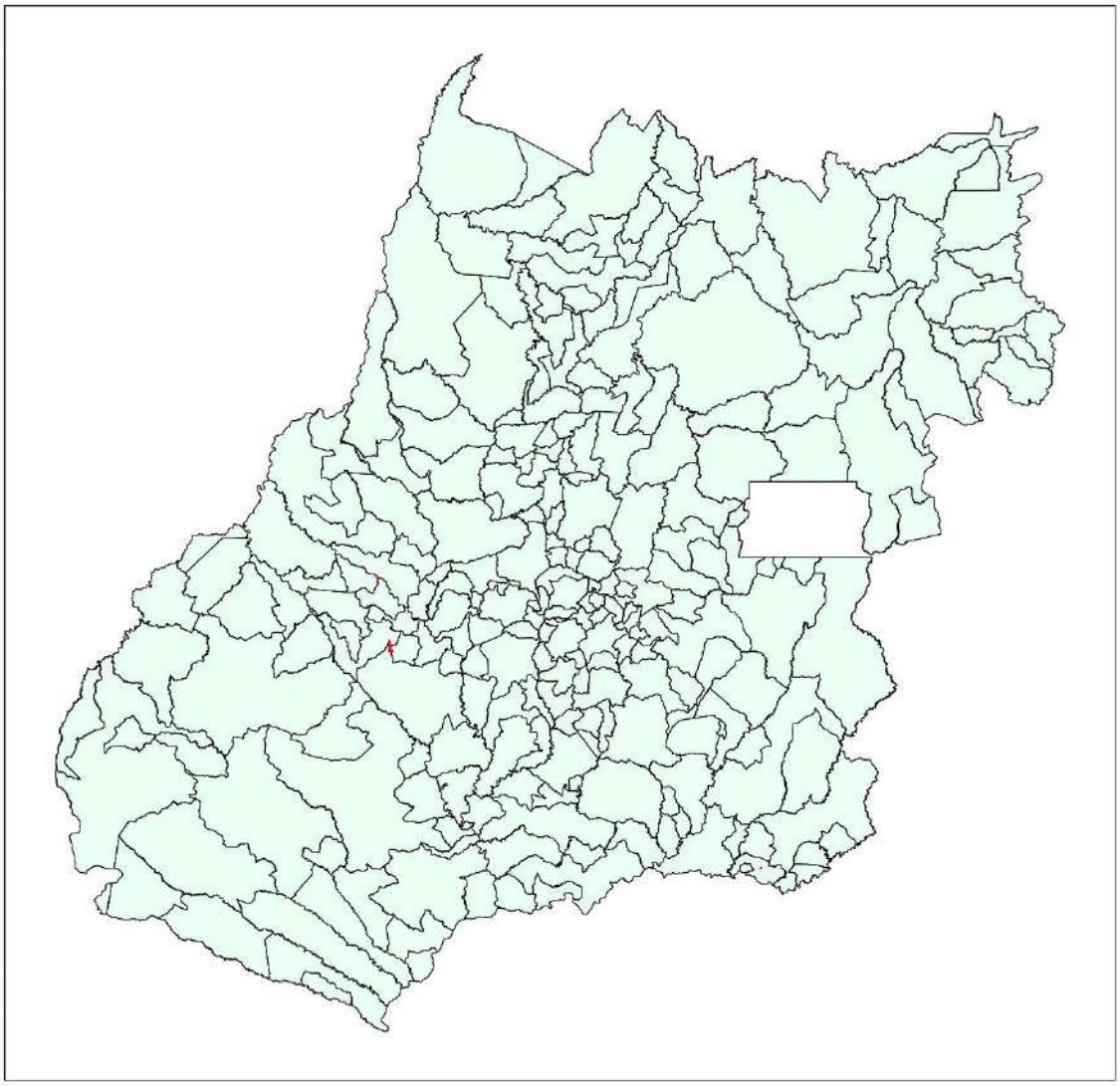
No total, 3.224 (1,37%) processos ativos foram encontrados na base de dados Sigmine/ANM de abril de 2024 para diamante em todo o território nacional. Contudo, apenas 317 (0,13%) eram para diamante industrial, conforme pode ser visto na Figura 139. Cinco (0,04%) processos ativos foram localizados no estado de Goiás, ocupando uma área requerida de 1.342,84 ha (Figura 140), situados nos municípios de Anhanguera, Ivolândia, Cachoeira de Goiás, Paraúna, Israelândia, Jaupaci e Fazenda Nova. Os processos estão sob titularidade de duas pessoas jurídicas (Catalana Ind. e Com. de Artefatos de Cimento e Const. Ltda., em fase de direito de requerer a lavra; e Engesis Serviços Eireli, com três processos em fase de requerimento de lavra) e uma pessoa física (Danilo Pereira de Rezende, cujo processo se encontra em disponibilidade).

Figura 139 - Ocorrências de processos minerais ativos para diamante industrial



Fonte: Autoria própria.

Figura 140 - Ocorrências de processos minerais ativos para diamante industrial no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

7.3.6 Feldspato

Segundo Pereira Júnior (2014), os feldspatos são um grupo de minerais cuja composição química é descrita pela fórmula (K, Na, Ca) $(Si, Al)_4O8$. São silicatos de alumínio contendo diferentes proporções de cálcio, potássio e sódio. Eles ocorrem em rochas graníticas e são os principais minerais dos pegmatitos, associados a diversos outros minerais. Suas reservas são abundantes em todos os países produtores. Segundo Ribeiro (2018), a reserva Brasil medida é da ordem de 145 Mt, distribuída entre os estados de Minas Gerais (28%), Santa Catarina (24%), São Paulo (21%), Rio Grande do

Norte (15%), Paraná (7%), Bahia (3%), Espírito Santo (1%) e Paraíba (1%). Já Ceará, Tocantins e Rio de Janeiro apresentam produções ínfimas.

A produção mundial de feldspato em 2016 atingiu aproximadamente 23 milhões de toneladas e os maiores produtores foram: Turquia (21,5%), Itália (20,2%), China (10,7%), Índia (6,4%), Tailândia (6,4%), Irã (5,6%), Espanha (2,6%), Estados Unidos (2,6%) e Venezuela (2,1%), sendo que a produção brasileira respondeu por aproximadamente 1,3% do total mundial (Ribeiro, 2018).

Segundo Ramos (2001), o feldspato é usado com fundente na indústria cerâmica, pois seu ponto de fusão é menor do que a maioria dos outros componentes, servindo de agente cimentício para partículas de várias substâncias cristalinas, além de outros aspectos, como as reações físico-químicas. Já na indústria do vidro, o feldspato fornece a alumina, que aumenta a aplicabilidade do vidro fundido, melhorando assim o produto final e dando-lhe uma maior estabilidade química, o que inibe a sua tendência de desvitrificação. Outras utilizações do feldspato incluem a produção de vernizes e tintas, onde é usado na produção de fritas metálicas, na produção de eletrodos para solda, abrasivos leves, além de ser utilizado em próteses dentárias. Na maior parte de suas aplicações, o feldspato pode substituído, total ou parcialmente, pela rocha nefelina sienito. Além dessa rocha, são também potenciais substitutos do feldspato a argila, o talco, a pirofilita, a areia feldspática e a escória de alto-forno.

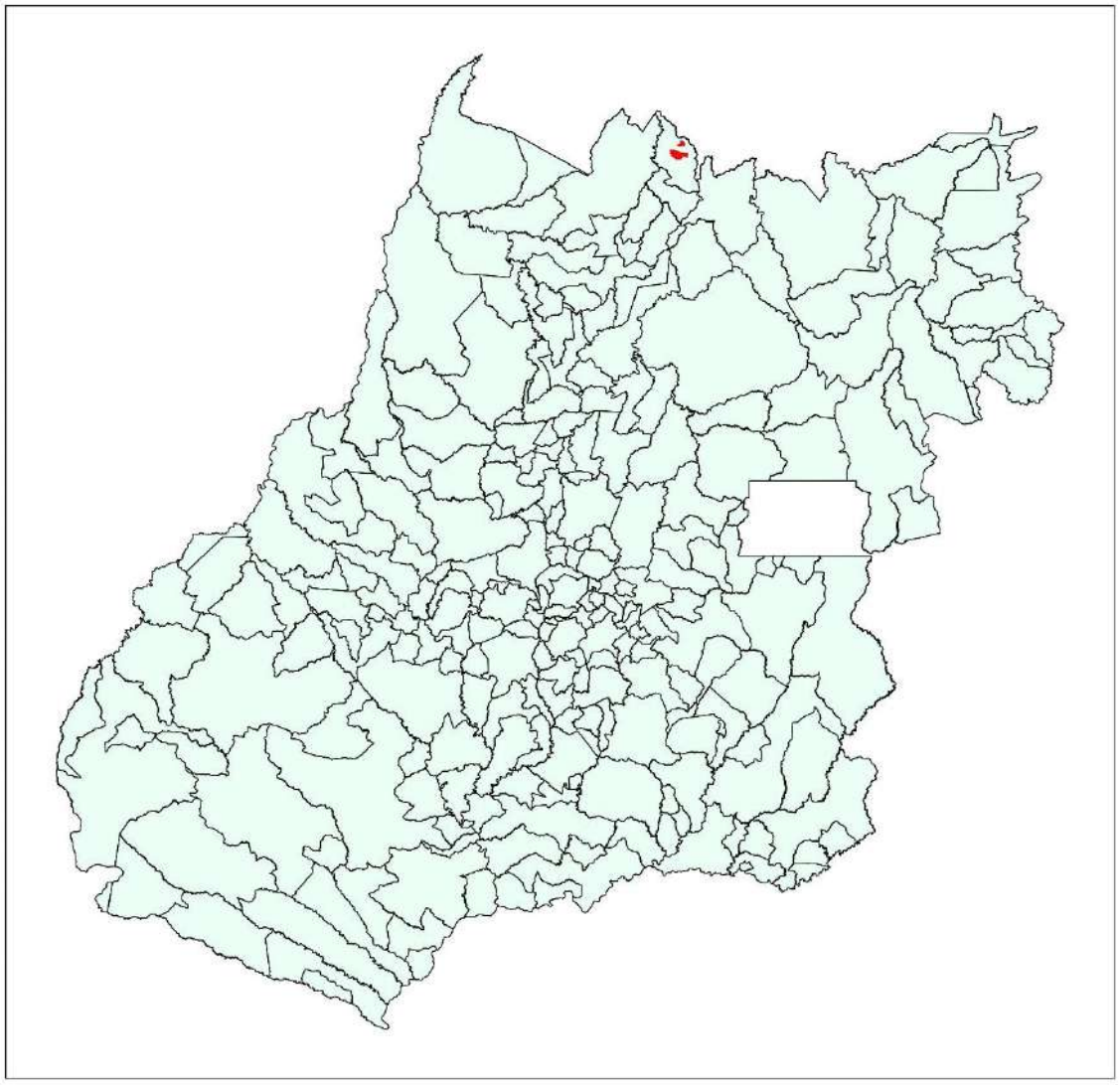
A Figura 141 apresenta as ocorrências de processos minerais ativos na base de dados Sigmine/ANM para feldspato. Foram localizados 910 (0,39%) processos, sendo que destes apenas sete (0,05%) estavam localizados no estado de Goiás. Todos estes estavam cadastrados com uso industrial no município de Montividiu do Norte, ocupando uma área requerida de 5.031,70 ha (0,01% da superfície do estado) (Figura 142). Seis processos eram de titularidade da empresa Gravital Pedras Ltda. e um da Rio Granito Ltda. Dos processos ativos encontrados no estado de Goiás, seis estavam em fase de autorização de pesquisa e um em disponibilidade.

Figura 141 - Ocorrências de processos minerais ativos para feldspato



Fonte: Autoria própria.

Figura 142 - Ocorrências de processos minerais ativos para feldspato no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

7.2.7 Grafita

Segundo o site do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (IGc-USP), a grafita é um elemento nativo composto exclusivamente por carbono, assim como o diamante, sendo classificada como elemento nativo. Sua estrutura cristalina é composta por anéis hexagonais de carbono unidos por ligações covalentes, formando planos que, por sua vez, se atraem por interações fracas do tipo de Van der Walls. Por esse motivo, a grafita apresenta clivagem perfeita e dureza baixa.

Seu nome provém de *graphein*, em grego, que significa “escrever”, em alusão ao seu uso nos lápis. Por sua composição, a grafita está normalmente associada ao metamorfismo ou ao hidrotermalismo de material carbonoso de origem orgânica.

Ademais, é de ocorrência comum em rochas metamórficas (tais como mármores, xistos e gnaisses), como produto do metamorfismo de um material carbonoso de origem orgânica. Também ocorre em veios hidrotermais e ocasionalmente como um constituinte original de rochas ígneas e em alguns meteoritos de ferro como nódulos. É comum a associação de grafita com micas e carbonatos em rochas metassedimentares; quartzo, biotita, ortoclásio, turmalina, apatita, pirita e titanita em veios hidrotermais e ferro nativo em meteoritos.

A grafita é usada na fabricação de cadinhos refratários, tinta protetora para aço, revestimento e moldes de fundição, baterias, eletrodos, escova em dínamos, lubrificante (junto ao óleo), grafite de lápis e lapiseiras (junto à argila), nas indústrias de latão e bronze e em galvanoplastia. Grande parte dessas aplicações se deve a sua baixa dureza, que varia entre 1 e 2 na escala de Mohs.

A grafita é flexível, com ponto de fusão de 3.927 °C, sendo assim altamente refratária, ótimo condutor térmico e elétrico entre os não metais e quimicamente inerte. Essas propriedades combinadas fazem da grafita uma substância desejável para muitas aplicações industriais, como a indústria tradicional de refratários (tijolos de alta temperatura e revestimentos utilizados nas indústrias de metais, cerâmica, vidro, petroquímica e cimento). Além desse segmento, a grafita é utilizada na fabricação de baterias (anodo de grafite), na produção de aço (como *recarburizer*), lonas de freio para veículos e lubrificantes e para a produção do grafeno (Heider, 2018).

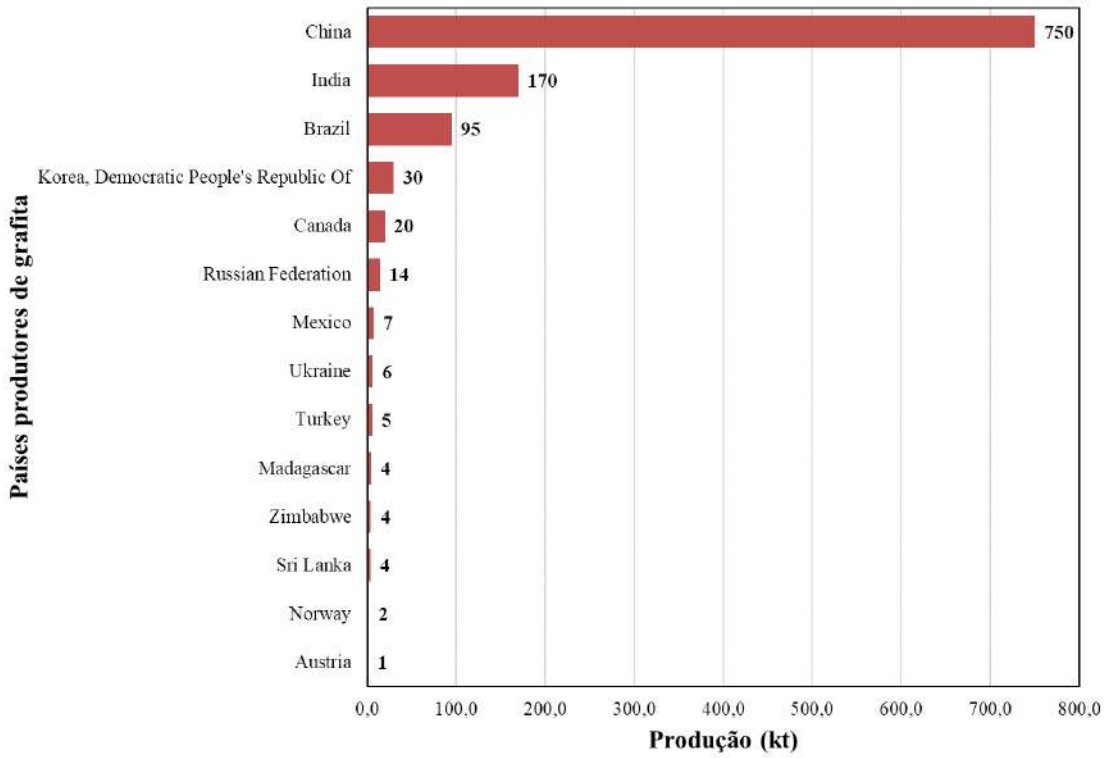
Segundo Heider (2018), a grafita natural é comercialmente produzida em três formas: amorfa (com teor de C entre 60 e 85%), floco ou *flake* (com teor de C maior que 85%) e grafite de veio ou *lump* (com teor de C maior que 90%). A produção mundial de grafita natural em 2016 foi de 1,2 Mt.

O total das reservas mundiais de grafita está estimada pelo USGS em torno de 250 Mt. Em 2013 a China foi responsável por 67,49 % da produção total mundial, seguida pela Índia (15,3%) e pelo Brasil (8,55%), como pode ser visto na Figura 143. O Brasil tem a principal ocorrência de grafita na América do Sul, com reservas localizadas nos estados de Minas Gerais, Ceará e Bahia.

Os 602 processos minerais ativos para a grafita (correspondentes a 0,26%), encontrados na base de dados Sigmine/ANM de abril de 2024, podem ser vistos na Figura 144. Desse total, Goiás contribuiu com cinco processos (ou 0,04%) (Figura 145), todos sob titularidade de Guidoni Brasil S/A, em fase de autorização de pesquisa e ocupando uma

área requerida de 4.888,42 ha (0,01% do estado de Goiás) nos municípios de Minaçu e Campinaçu.

Figura 143 - Produção mundial de grafita em 2013



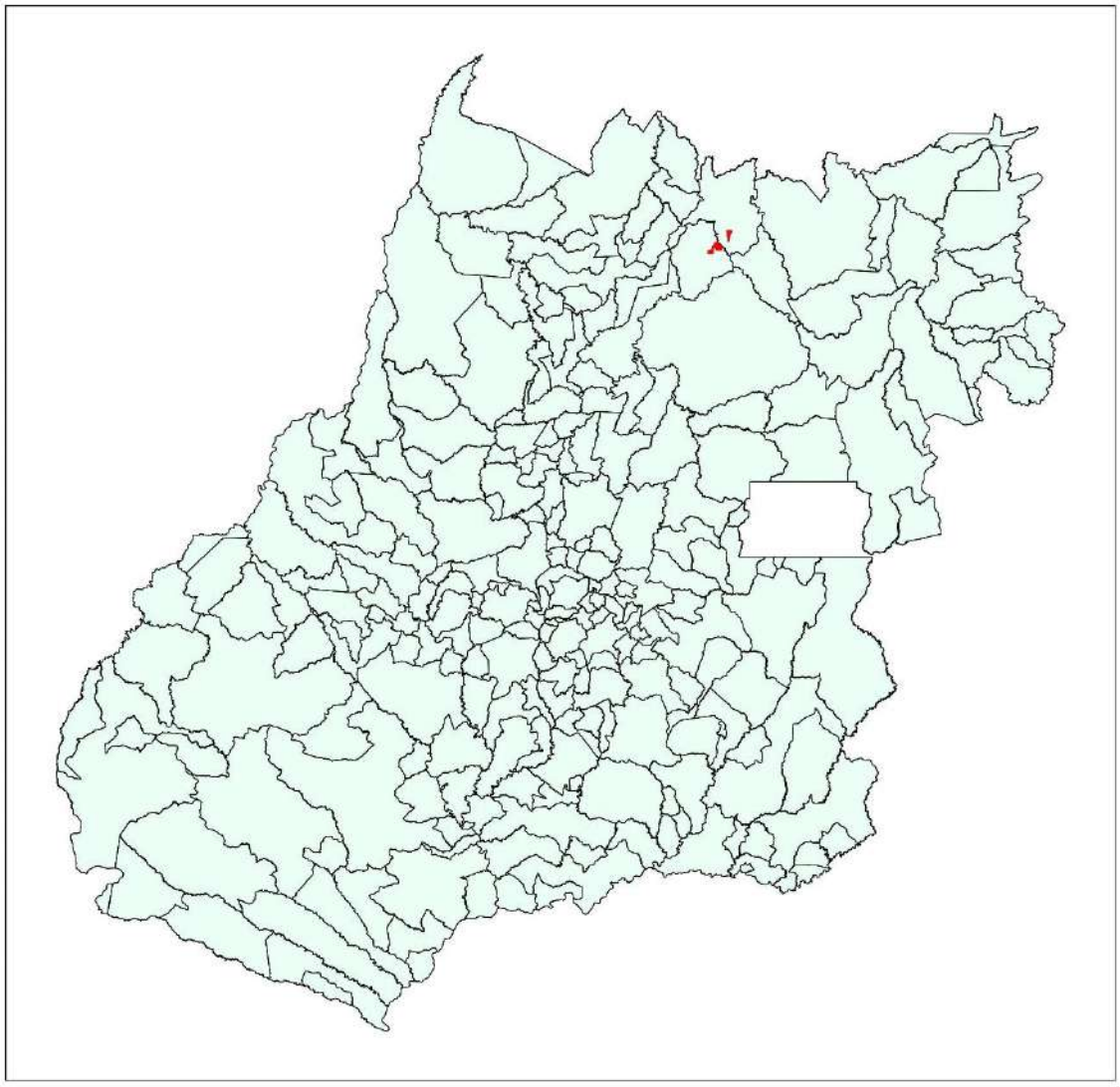
Fonte: Adaptado de *Olson* (2015).

Figura 144 - Ocorrências de processos minerais ativos para grafita



Fonte: Autoria própria.

Figura 145 - Ocorrências de processos minerais ativos para grafita no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

7.2.8 Quartzo

Segundo Rocha (2014), o cristal de quartzo é o segundo mineral mais abundante no planeta Terra, com aproximadamente 12% do volume total, atrás somente da teórica bridgmanite, que está presente apenas no manto terrestre inferior e, portanto, não é acessível. O quartzo possui estrutura cristalina trigonal composta por tetraedros de sílica (SiO_2) e pode ser obtido na natureza (em ocorrências ou jazidas) ou por crescimento hidrotérmico (*cultured quartz*) na indústria de cristais cultivados. As reservas mundiais de grandes cristais naturais ocorrem quase exclusivamente no Brasil e, em quantidades menores, na Suíça (Alpes Suíços), Espanha, Itália, Madagascar, Namíbia, África do Sul e Angola.

Os recursos e reservas de quartzo no Brasil estão associados a dois tipos de jazimentos: depósitos primários (quartzo de veios hidrotermais e de pegmatitos) e secundários (quartzo em sedimentos eluviais, coluviais e aluviais). O quartzo é extraído nos depósitos primários na forma de lascas (ou fragmentos de quartzo, selecionados manualmente e pesando menos de 200 gramas), cristais bem formados ou blocos naturais (Rocha, 2014).

Informações sobre as reservas mundiais de quartzo são escassas. Sabe-se, no entanto, que o Brasil é detentor de 95% das reservas mundiais, o equivalente a 78 Mt. As maiores reservas medidas do país estão localizadas no estado do Pará, seguido por Minas Gerais, Bahia, Paraíba, Santa Catarina e Goiás (Rocha, 2014).

Nos últimos anos, o cristal de quartzo cultivado tem sido cada vez mais produzido no exterior, principalmente na Ásia. As aplicações eletrônicas representavam em sua maioria usos industriais do cristal de quartzo, e outros usos incluem aplicações ópticas especiais. Praticamente todo o cristal de quartzo utilizado para eletrônicos foi cultivado, em vez de ser cristal natural. Em específico, o cristal de quartzo eletrônico é essencial para fazer filtros de frequência, controles de frequência e temporizadores em circuitos eletrônicos empregados para uma ampla gama de produtos, como equipamentos de comunicação, computadores e muitos bens de consumo, como jogos eletrônicos e receptores de televisão (Rocha, 2014).

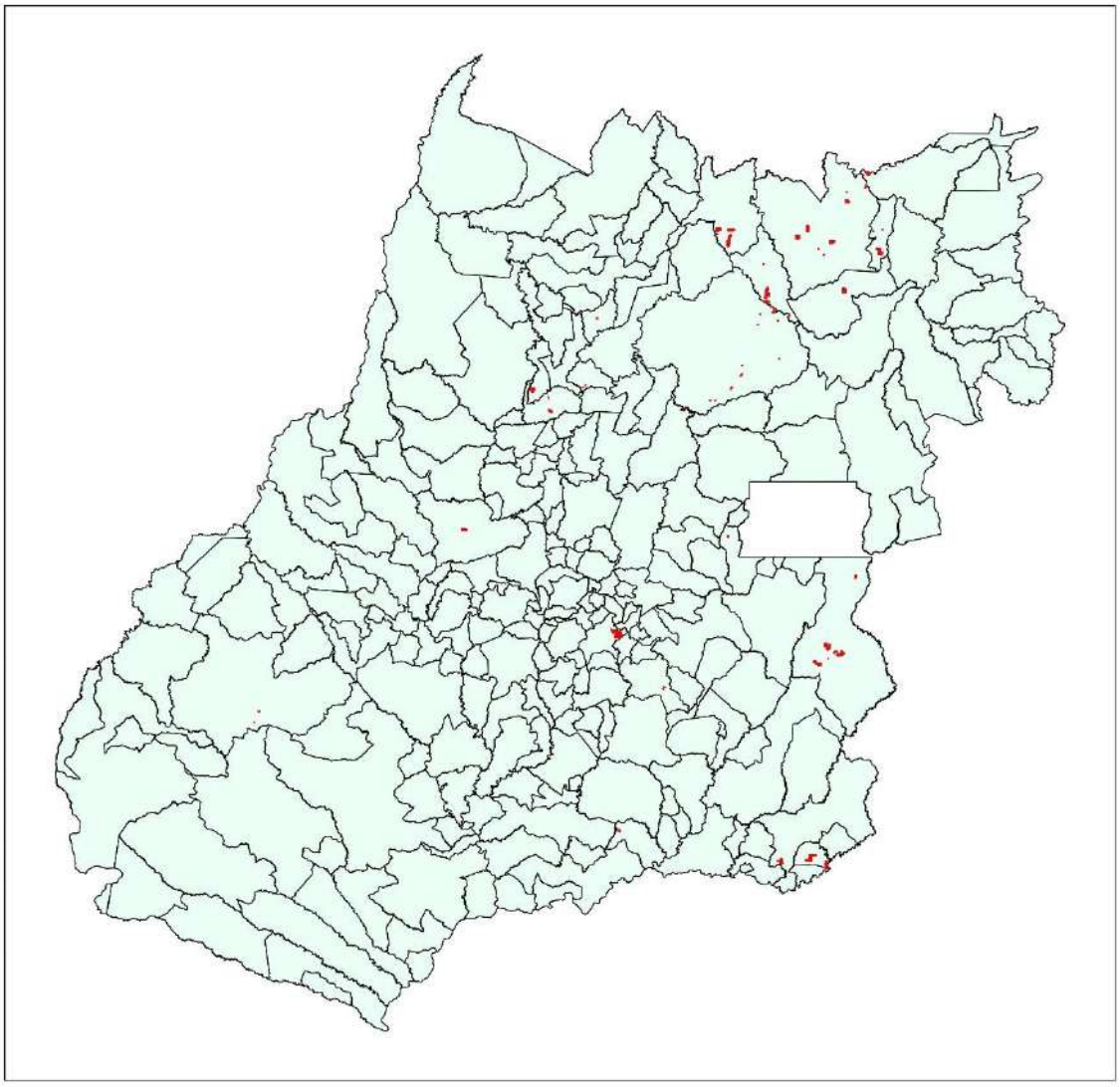
Foram encontrados processos minerários ativos na base de dados Sigmine/ANM para quartzo (3.043) e para quartzo industrial (64), correspondendo a 1,29% e 0,03%, respectivamente, de toda a base de dados (Figura 146). Em abril de 2024, existiam em Goiás 88 processos ativos (0,63%), sob 58 titularidades diferentes, conforme apresentado na Figura 147. Somados, esses processos cobriam uma área requerida de 23.130,39 ha (o equivalente a 0,07% da área do estado de Goiás). Os processos minerais ativos em função de sua fase para quartzo em Goiás podem ser vistos na Figura 148. Nota-se que a maioria dos processos (72,73%) se encontra em fase de autorização de pesquisa (38,64%) ou de requerimento de lavra garimpeira (34,09%). No tocante ao uso dessa substância mineral, 63,64% dos processos eram para uso industrial, 19,32% para artesanato mineral, 10,23% para pedra de coleção, 5,68% para gema e 1,14% para revestimento.

Figura 146 - Ocorrências de processos minerais ativos para quartzo



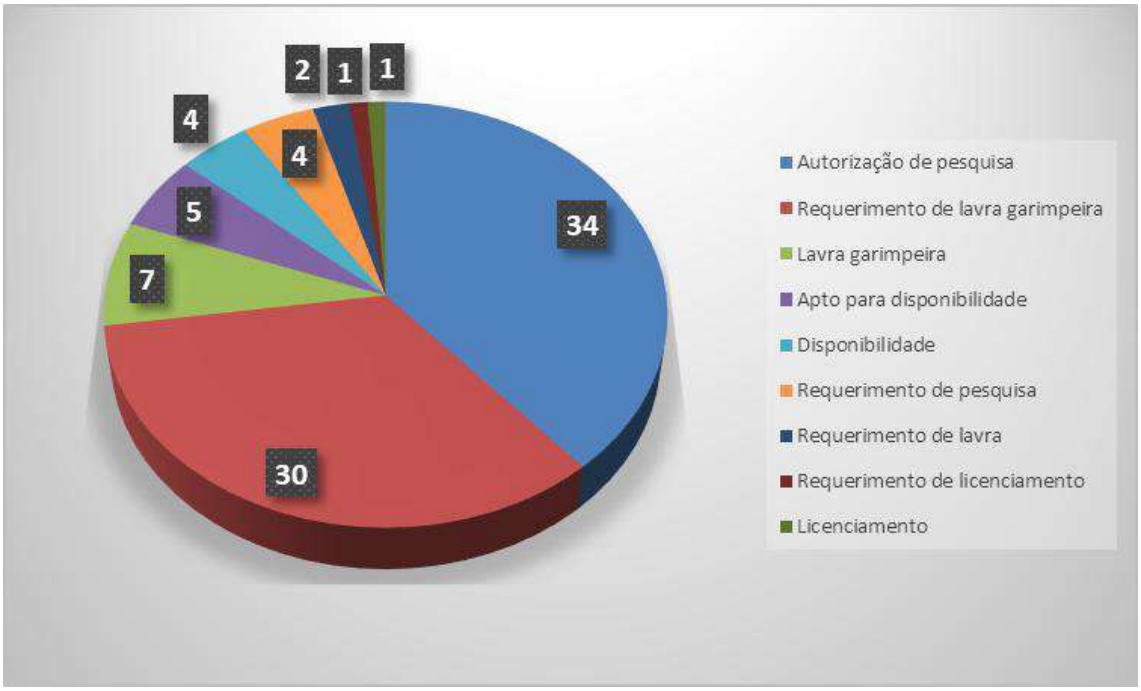
Fonte: Autoria própria.

Figura 147 - Ocorrências de processos minerais ativos para quartzo no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

Figura 148 - Processos minerais ativos em função de sua fase para quartzo em Goiás



Fonte: Autoria própria.

7.2.9 Talco

Segundo Romano e Araujo (2018), o talco ($Mg_3(Si_4O_{10})(OH)_2$) é um filossilicato de magnésio hidratado. Possui inúmeras aplicações industriais, sendo considerado um dos minerais industriais de maior valor agregado. Tradicionalmente, tem sido utilizado na indústria de cosméticos, mas sua gama de aplicações é imensa por causa de suas propriedades físicas e químicas, tais como: leveza, baixa abrasividade, suavidade, brilho, alto poder de lubrificação, alta capacidade de absorção de óleo e graxa, baixa condutibilidade térmica e elétrica, inércia química e alta resistência ao choque térmico.

O talco apresenta a menor dureza na escala Mohs (1,0), brilho nacarado a graxo e tato untuoso (Klein; Dutrow, 2012). O talco é trioctaédrico, com arranjos estruturais das folhas de tetraedros SiO_4. O termo trioctaédrico significa que cada ânion

O ou OH é cercado por três cátions divalentes, geralmente o Mg^{+2} ou Fe^{+2}.

Segundo Serna (2018), o talco é um dos minerais industriais mais utilizados e um dos poucos em que se pratica a lavra seletiva com catação manual para separação de produtos de alta pureza. Além disso, há o emprego de técnicas de melhoramento de qualidade, que incluem tratamentos sofisticados, tais como separação magnética de impurezas, catação fotoelétrica, flotação, tratamentos químicos para solubilização de impurezas no intuito de aumentar a alvura e outros. Por consequência, o valor agregado

ao talco se torna um dos mais atrativos do mercado de minerais industriais. Os substitutivos do talco são praticamente os mesmos do agalmatolito, excetuando-se o talco cosmético, de uso exclusivo (Romano; Araujo, 2018).

O talco possui alta resistência ao choque térmico, leveza, brilho intenso, poder de lubrificação, capacidade de absorção de óleos, baixa condutividade térmica e elétrica, inércia química e boa retenção como carga mineral. É empregado como fundente na indústria cerâmica, como carga mineral na indústria de tintas e revestimentos, na indústria plástica, de borrachas, farmacêutica e noutros segmentos. Na produção de papel, atua como carga e material de cobertura, conferindo alvura e textura diferenciadas. Na fabricação de defensivos agrícolas, o talco facilita a dispersão dos agentes venenosos, aumentando sua eficiência de ação. Tem como substitutos outros minerais do grupo das argilas, incluindo o caulim. Em termos mundiais, as principais indústrias consumidoras são a de papel e de fabricação de plásticos (Serna, 2018).

Segundo Serna (2018), o Brasil figurava em 2017 como um dos dez principais produtores mundiais, respondendo por cerca de 6% da produção global. É autossuficiente do ponto de vista quantitativo, mas recorre às importações para suprir a demanda de aplicações com exigências técnicas específicas de pureza e granulometria, como as da indústria de cosméticos. Em 2016 a produção bruta aumentou 2,7% e a produção beneficiada, que é bem menor, aumentou 1,2%. Discriminadamente, os maiores estados produtores foram PR (40%), BA (29%) e SP (24%). Os maiores municípios produtores foram Brumado/BA (40%), seguido por Nova Campina/PR (20%), Castro/PR (19%) e Ponta Grossa/PR (10%).

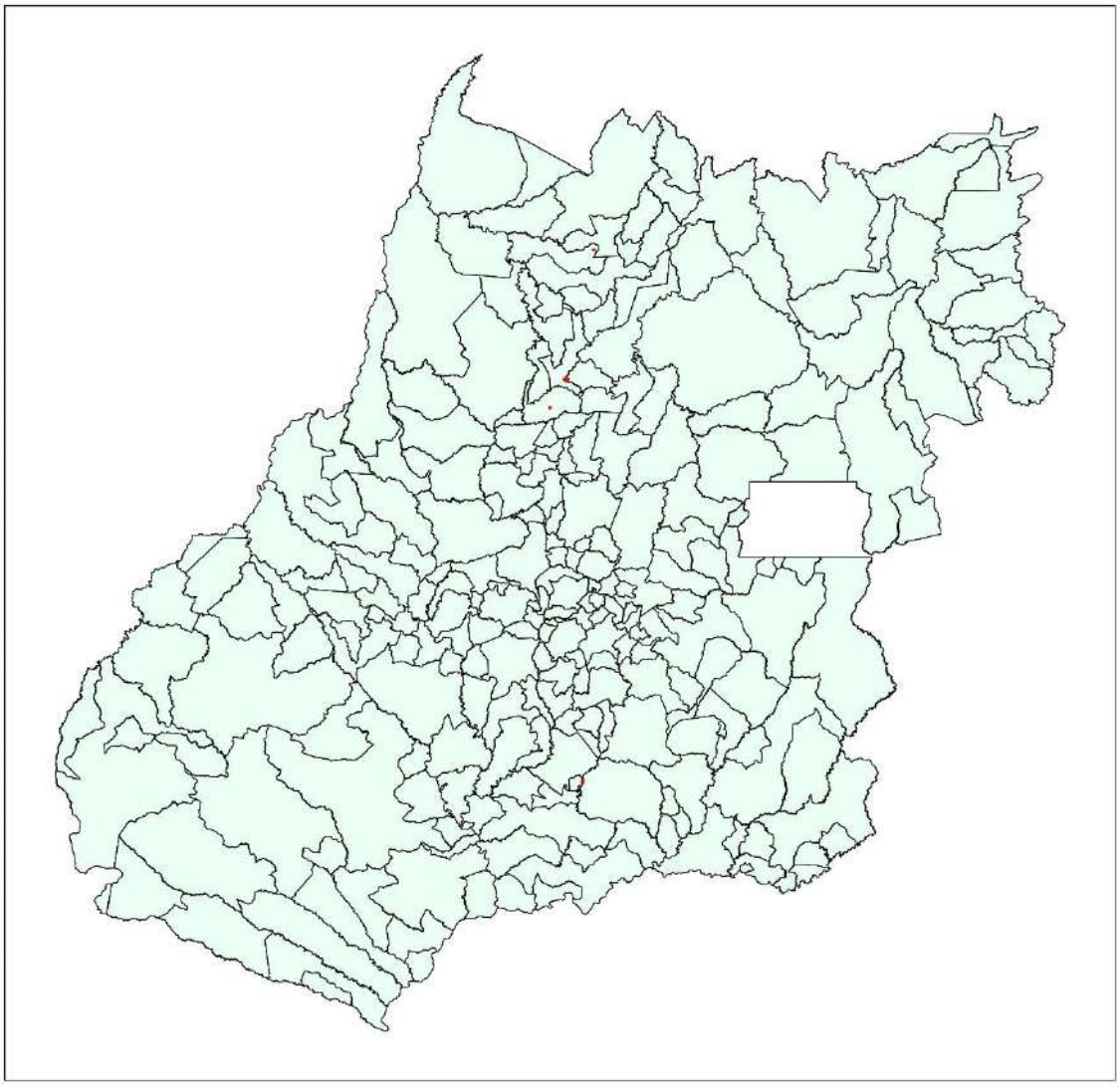
A Figura 149 apresenta as 145 ocorrências de processos minerais ativos para talco em território nacional (0,06%). Existiam, em abril de 2024, apenas cinco (0,04%) processos na referida base de dados para talco no estado de Goiás, localizados nos municípios de Itapaci, Pilar de Goiás, Hidrolina, Amaralina e Morrinhos, com área total requerida somada de 1.754,23 ha (0,01%). As titularidades dos referidos processos pertenciam à Cecrisa Revestimentos Cerâmicos S.A. (autorização de pesquisa), Mineração Manacá Ltda. (concessão de lavra), Rimil Rialma Mineração Ltda. (concessão de lavra), Dexco Revestimentos Cerâmicos S.A. (requerimento de lavra) e EDEM Empresa de Desenvolvimento em Mineração e Participações Ltda. (requerimento de lavra).

Figura 149 - Ocorrências de processos minerais ativos para talco



Fonte: Autoria própria.

Figura 150 - Ocorrências de processos minerais ativos para talco no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

7.2.10 Vermiculita

Segundo Paula e Carvalhaes (2018), vermiculita ([(Mg, Fe^{+2}, Al)$_3$(Al, Si)$_4O_{10}(OH)_2$4H_2O]) é silicato de alumínio, magnésio e ferro. É um mineral do grupo das micas, com diversas propriedades físicas e químicas que a tornam de amplo uso na indústria e na agricultura. É um mineral hidratado, produto da alteração de micas, mais comumente da biotita. Os minerais comumente associados à vermiculita são biotita, hidrobiotita, apatita, anfibólio, flogopita, diopsídio, clorita, amianto, talco e minerais argilosos. Tem sua gênese por intemperismo, em zonas de falhas ou por alteração hidrotermal em baixa temperatura de piroxenitos, peridotitos, dunitos, carbonatitos e anfibolitos (a vermiculita é instável acima de 350 °C).

Os depósitos brasileiros e mundiais de vermiculita ocorrem principalmente dentro das zonas de complexos máficos-ultramáficos e carbonatitos. No mundo, destacam-se os depósitos de Libby, nos Estados Unidos, considerado o maior do mundo, e o de Palabora, na África do Sul (Birkett; Simandi, 1999; Simandi; Birkett; Paradis, 1999).

De acordo com Paula e Carvalhaes (2018), a produção mundial de vermiculita em 2016 manteve um acréscimo de 8,0% em comparação com o ano anterior, sendo que os quatro maiores produtores concentraram 88% da produção mundial. O maior produtor de vermiculita foi a África do Sul (39,4%), seguida por Estados Unidos da América (23,8%), Brasil (17,1%) e Zimbábue (8,3%). O Brasil é detentor de 14,7% das reservas mundiais de vermiculita, sendo que as principais reservas nacionais encontram estão distribuídas em cinco estados: Goiás (69,75%), Paraíba (17,31%), Bahia (12,07%), Piauí (0,84%) e Pernambuco (0,03%). A Brasil Minérios Ltda., sediada no município de São Luís de Montes Belos/GO, é a maior produtora de vermiculita da América do Sul e uma das maiores do mundo.

As aplicações da vermiculita estão intimamente ligadas às suas propriedades físicas, decorrentes da sua estrutura cristalina. O produto resultante da expansão da vermiculita apresenta baixa densidade e alta capacidade de isolamento térmico, acústico e elétrico. O produto não se decompõe ou deteriora, sendo inodoro, não prejudicial à saúde e lubrificante, bem como pode absorver normalmente até cinco vezes seu peso em água. Essas propriedades lhe dão uma extraordinária condição de uso nos campos da construção civil, agricultura, indústrias químicas, equipamentos, materiais especiais e outros (Paula; Carvalhaes, 2018).

De acordo com Ugarte, Sampaio e França (2008), o valor de um minério de vermiculita depende da distribuição e da eficiência do aproveitamento das partículas maiores do mineral, ao contrário de outras substâncias minerais. Portanto, exigem-se, cada vez mais, métodos de lavra capazes de proporcionar um produto lavrado com partículas grossas. Nos depósitos de vermiculita, é comum a ocorrência do mineral dos seguintes modos: mica parcialmente alterada em vermiculita, vermiculita alterando para caulinita e vermiculita associada aos minerais de ganga.

As ocorrências de processos minerais ativos presentes na base de dados Sigmine/ANM para vermiculita podem ser vistas na Figura 151. Foram encontrados 122 processos ativos (0,05%), e nota-se a expressividade do estado de Goiás no que tange essa substância mineral, contribuindo com 95 (0,68%) de todos os processos ativos do estado, como pode ser visto na Figura 152. Os processos encontram-se nos municípios

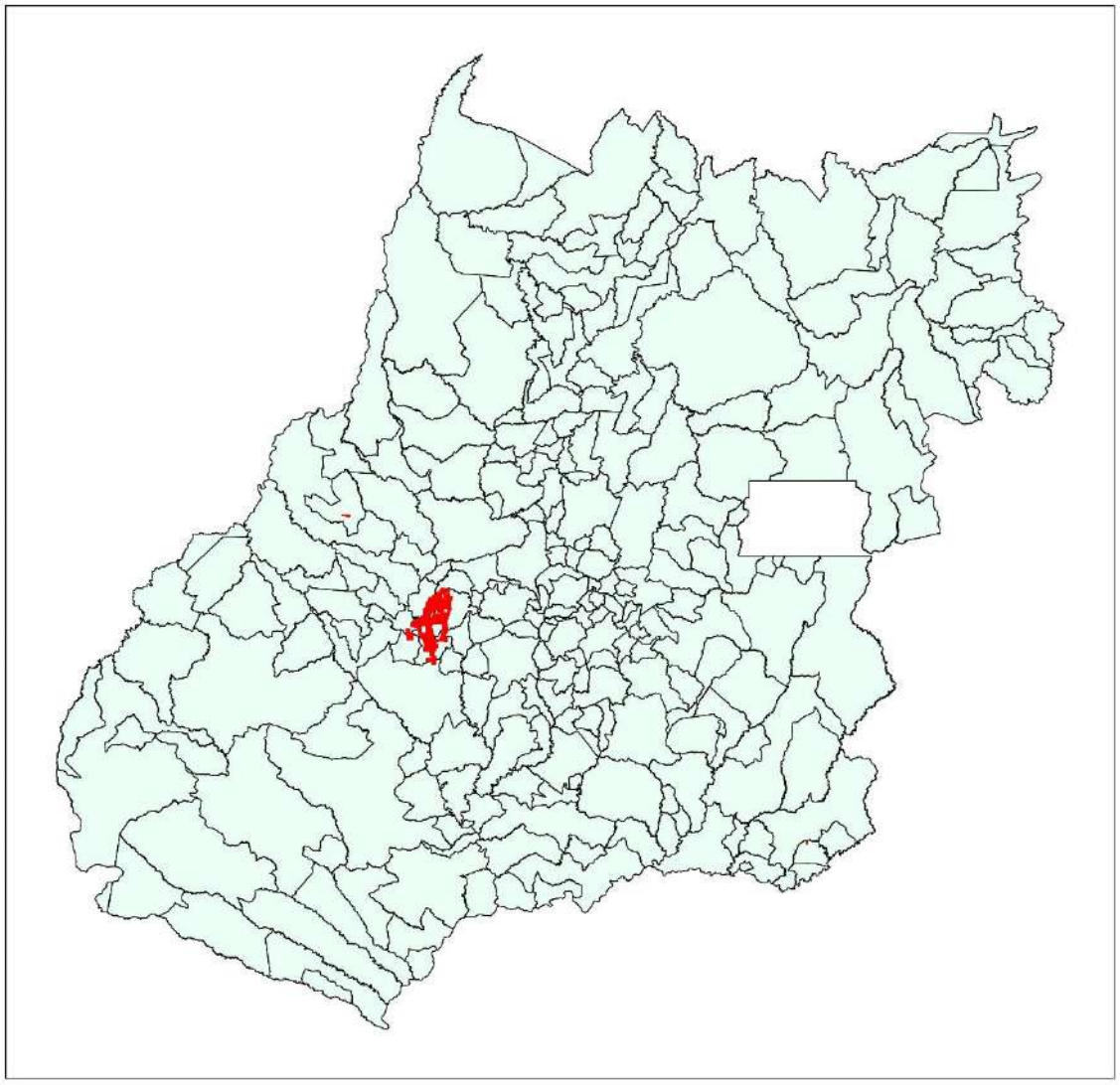
de São Luís de Montes Belos, Sanclerlândia, Córrego do Ouro, Cachoeira de Goiás, Aurilândia e Moiporá. Existem também processos ativos em Santa Filomena do Maranhão e Ouvidor. Os processos ativos somados ocupam uma área requerida de 71.161,67 ha (0,21% da área do estado de Goiás) e foram emitidos para quatro titulares diferentes: Brasil Minérios S.A. (96,84%), Companhia Níquel Santa Fé (1,05%), Goiás Vermiculita S.A. (1,05%) e Uirapuru Mineração Ltda. Me (1,05%). A Figura 153 mostra os processos minerais ativos em função de sua fase para vermiculita em Goiás.

Figura 151 - Ocorrências de processos minerais ativos para vermiculita



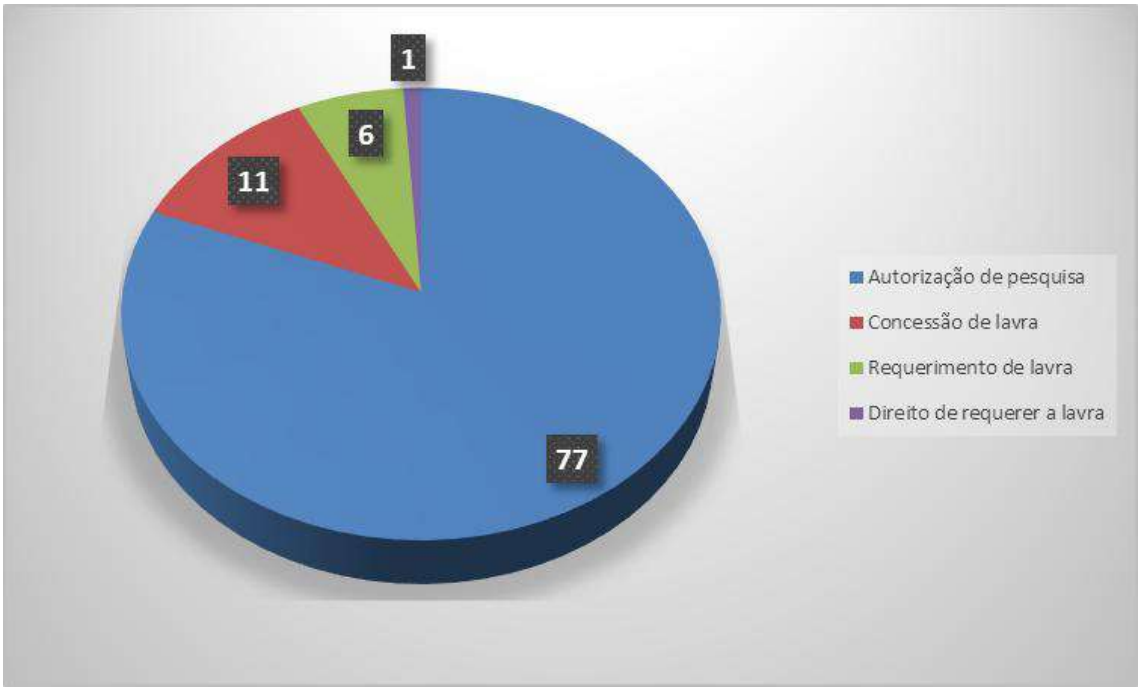
Fonte: Autoria própria.

Figura 152 - Ocorrências de processos minerais ativos para vermiculita no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

Figura 153 - Processos minerais ativos em função de sua fase para vermiculita em Goiás



Fonte: Autoria própria.

7.3 Rochas ornamentais

O território brasileiro, devido à excepcional diversidade geológica do seu embasamento cristalino, evidencia uma ampla vantagem competitiva em termos de rochas ornamentais, mais precisamente de litotipos ricos em minerais silicáticos, conhecidos como granitos. Os mármores encontram-se dispostos em reservas tanto de origem sedimentar quanto metamórficas, sendo estas localizadas em rochas do embasamento Pré-cambriano. Vale ressaltar que a grande incidência de eventos tectônicos atuantes em nosso território, notadamente durante o Proterozoico, favoreceu a formação de depósitos com rochas ornamentais de excepcional beleza, constituídas por tipos considerados exóticos e de reconhecida aceitação no mercado internacional de materiais pétreos (Mendes; Lima; Marques, 2014).

As rochas ornamentais constituem o 5º produto mineral mais exportado pelo Brasil, atrás dos minérios de ferro, cobre, ouro e da liga ferro-nióbio, o que demonstra a importância desse setor para o país (Chiodi Filho, 2018). Além disso, o Brasil destaca-se como 4º produtor e 6º exportador mundial de rochas ornamentais. No entanto, os produtos comerciais de rochas ornamentais não devem ser entendidos e tratados como *commodities*, e sim como manufaturas. Por isso, os investimentos em tecnologia de lavra e beneficiamento são de vital importância para que a tradição das rochas

ornamentais continue sólida no mercado (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 2019).

Segundo dados da Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais (2024), em 2023, a produção brasileira estimada foi de 10 Mt de rochas ornamentais e de revestimento, o que representa aproximadamente 7% da produção mundial. O valor arrecadado foi de US$ 1,11 bilhão para rochas processadas acabadas (77%) e 1,8 Mt para rochas processadas semiacabadas (53%). O Brasil comercializa cerca de 900 variedades comerciais, tanto no mercado interno quanto no externo. Existem cerca de 1.100 pedreiras ativas, com 12 mil empresas atuando na cadeia produtiva, que empregam em torno de 150 mil funcionários diretos no setor.

Os estados situados na Província Mantiqueira (ES, SP, RJ, PR, SC e RS) respondem por 58% da produção nacional, seguidos dos pertencentes à Província do São Francisco (BA e MG) com cerca de 30%. A Província Borborema, que abrange os estados do CE, RN, PB, PE, AL, SE e porção norte da BA, é responsável por 10%, enquanto as Províncias do Tocantins (GO e MS), AM Norte e AM Sul, contemplam 2% do total da produção brasileira. As Províncias do Paraná e do Parnaíba também apresentam uma diversidade geológica favorável à ocorrência de rochas ornamentais, apesar de não apresentarem grandes produções desse bem mineral (Mendes; Lima; Marques, 2014).

Na designação comercial das rochas ornamentais e de revestimento, os termos utilizados para indicação do tipo de rocha estão associados a três grupamentos litológicos composicionais: o das rochas silicáticas, o das rochas carbonáticas e o das rochas silicosas. Essas subdivisões não têm conotação genética, mas as rochas carbonáticas e as rochas silicosas são geralmente sedimentares ou metamórficas de origem sedimentar, enquanto as rochas silicáticas se integram a um grande conjunto de materiais ígneos ou metamórficos de origem ígnea (Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais, 2018).

As rochas silicáticas são aquelas formadas por proporções variáveis de minerais silicáticos (feldspatos, micas, anfibólios etc.) e silicosos (quartzo) ou apenas silicáticos, abrangendo os materiais comercialmente classificados ou identificados como granito, pegmatito (“feldspato”) e xisto (Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais, 2018).

As rochas carbonáticas são aquelas formadas por proporções variáveis de calcita, dolomita e outros carbonatos, podendo conter subordinadamente minerais silicáticos e/ou silicosos. Esse grupo de rochas inclui o que comercialmente se classifica como

mármore, travertino, *limestone* (calcário), ônix (mármore ônix) e alabastro (Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais, 2018).

As rochas silicosas são aquelas essencialmente formadas por quartzo e/ou sílica amorfa, com quantidades subordinadas de minerais silicáticos e/ou carbonáticos, abrangendo os materiais comercialmente classificados como quartzito, metaconglomerado e quartzo. Rochas composicionalmente silicáticas, mas com algumas características específicas, incluem as ardósias e as rochas ultramáficas, neste caso abrangendo serpentinitos (também chamados de mármores verdes), pedra-sabão e pedra-talco (Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais, 2018).

Os principais tipos de rochas ornamentais são granitos, quartzitos, ardósias, mármore, travertinos, arenito, metaconglomerados, esteatitos (pedra-sabão), dentre outros. Suas aplicações são as mais diversas, por exemplo: esculturas, tampos e pés de mesa, balcões, lápides e arte funerária em geral, revestimentos internos e externos de paredes, pisos, colunas, pilares, soleiras etc. (Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais, 2013).

Segundo Alencar (2013), os primeiros registros de utilização da rocha como elemento estético e ornamental datam de 3.000 a.C., nas regiões da Mesopotâmia e do Egito, onde foram utilizados dois tipos de materiais para fazer esculturas de faraós, deuses e outras personalidades importantes para a época.

A norma n° 15.012/2003, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), define rocha ornamental como sendo um material rochoso natural, submetido a diferentes graus ou tipos de beneficiamento, utilizado para exercer uma função estética. A rocha para revestimento corresponde à rocha natural que, submetida a processos diversos de beneficiamento, é utilizada no acabamento de superfícies, especialmente pisos, paredes e fachadas, em obras de construção civil. A pedra de revestimento corresponde ao material rochoso natural selecionado, beneficiado e acabado em formatos e tamanhos específicos, para atender a requisitos dimensionais exigidos para fins estruturais ou arquitetônicos (Alencar, 2013). Segundo a deliberação normativa do COPAM nº 74/2004, as rochas ornamentais podem ser divididas em três grupos: (i) ardósias, (ii) mármores, (iii) granitos e quartzito. O estado de Goiás possui exploração de todos os três grupos.

Uma divisão das rochas pode ser apresentada de acordo com a dureza do material, categorizando-as entre rochas de origem carbonática (ou seja, de menor dureza e mais fáceis de cortar, como mármores e travertinos) e as rochas de natureza silicática (ou

seja, que apresentam maior dureza, como granitos e quartzitos). A dureza vai influenciar no tipo e número de etapas para extração e corte dos blocos do material e, também, na durabilidade do produto.

De acordo com a definição da Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais (2018) e Chiodi Filho e Rodrigues (2009), os termos "mármore" e "granito" podem ser classificados como:

- **Mármore**: Designa todas as rochas carbonáticas, metamórficas ou não, capazes de receber polimento e lustro. Calcita e/ou dolomita são seus principais constituintes, tendo-se padrões cromáticos normalmente definidos por minerais acessórios. Constituem exemplos brasileiros os diversos mármores de Cachoeiro de Itapemirim/ES e o mármore Branco Paraná/PR;
- **Granito**: Compreende um amplo conjunto de rochas silicáticas, abrangendo monzonitos, granodioritos, charnockitos (granitos verdes, como Ubatuba e Labrador), sienitos (como Azul Bahia e Ás de Paus), dioritos, gabros (granitos negros, como São Gabriel), diabásios/basaltos e os próprios granitos graníticas (como Vermelho Capão Bonito, Cinza Mauá, Branco Ceará), geradas por fusão parcial ou total de materiais crustais pré-existentes. Possui maior resistência que o mármore, principalmente à ação de alguns produtos químicos e alimentos ácidos.

Como qualquer atividade mineral com razoável nível de desenvolvimento, a extração de rochas ornamentais também obedece a algumas fases para a sua execução. As principais delas são (Vidal; Azevedo; Castro, 2014):

- **Prospecção**: Localização ou identificação da ocorrência mineral de rocha ornamental;
- **Pesquisa mineral**: Avaliação do potencial de aproveitamento da jazida e para levantar dados e informações que permitam fazer o melhor planejamento da lavra;
- **Lavra**: Atividade produtiva da extração desenvolvida, aplicando-se metodologias apropriadas às características do material e da formação geológica da jazida;
- **Recuperação das áreas degradadas**: Atividade que visa a reintegração da área lavrada, restabelecendo a vegetação e o ambiente. Para tal são utilizadas técnicas

tais como o plantio de espécies nativas, a nucleação e a semeadura direta, com o objetivo de minimizar os impactos ambientais.

7.3.1 Ardósia

As ardósias resultam de processos de fraco metamorfismo sobre sequências sedimentares argilosas e síltico-argilosas. Sua definição e caracterização se baseiam na presença de superfícies preferenciais de delaminação, posicionadas paralelamente entre si e com faces notavelmente planas e lisas. Essa delaminação é o que se designa como "clivagem ardosiana", formada pela isorientação de minerais placoides e prismáticos. Os tipos de ardósia são comercialmente identificados pela cor, tendo-se variedades cinzas, negras, verdes, roxas (vinho) e ferrugem (Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais, 2018). As ocorrências de processos minerais ativos na base de dados Sigmine/ANM de abril de 2024 para ardósia no Brasil são apresentadas na Figura 154.

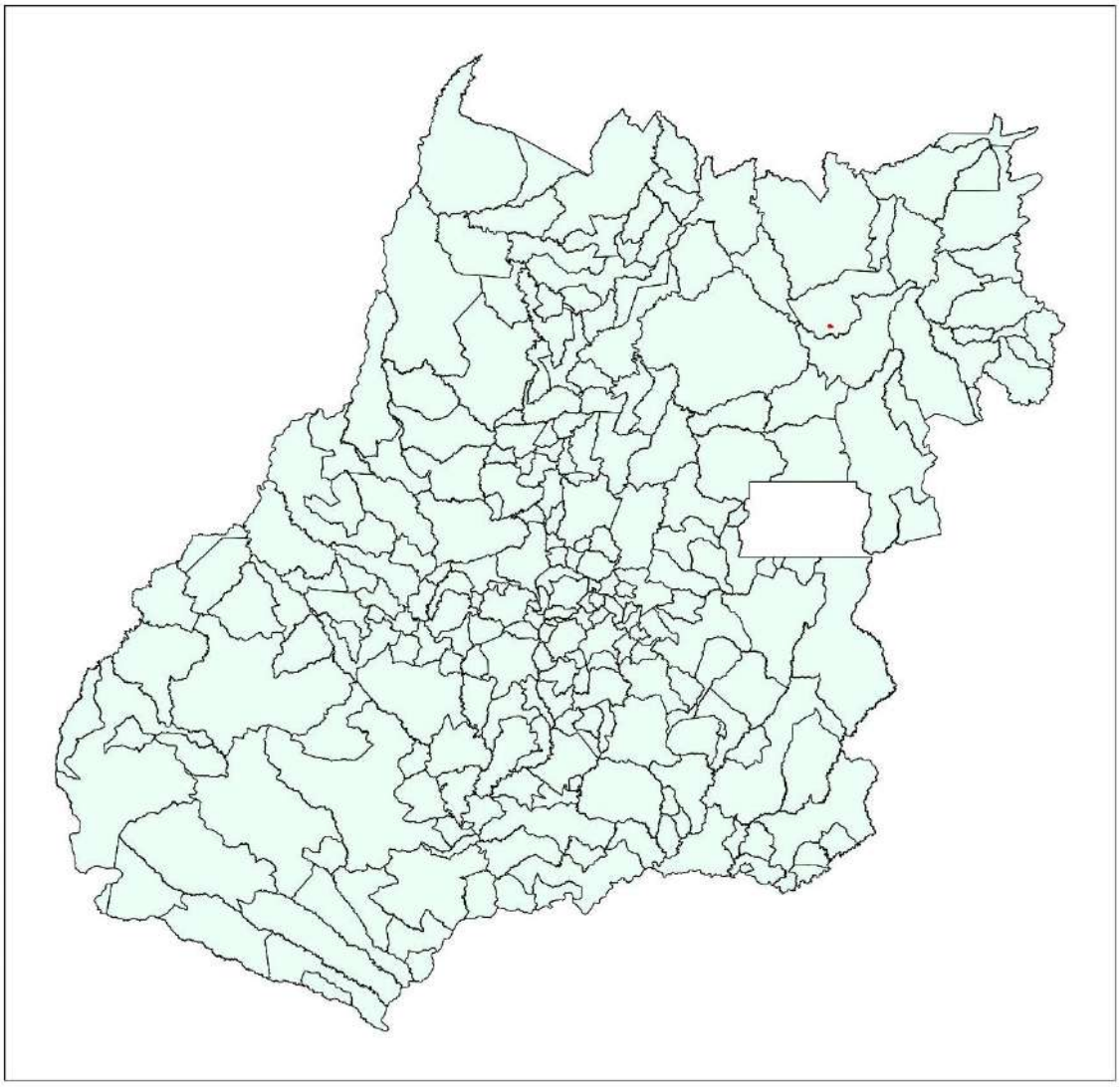
Figura 154 - Ocorrências de processos minerais ativos para ardósia



Fonte: Autoria própria.

Foram encontrados 300 (0,13%) processos ativos, com notório destaque para o estado de MG. Apenas um processo para ardósia foi encontrado no estado de Goiás, localizado no município de Alto Paraíso de Goiás, de titularidade de Abilio Carlos Ferreira de Farias, para uso como revestimento e em fase de direito de requerer a lavra. A área requerida desse processo era de 671,00 ha.

Figura 155 - Ocorrências de processos minerais ativos para ardósia no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

7.3.2 Mármore

Segundo Souza (©2024), o mármore é uma rocha metamórfica proveniente do calcário e, dependendo da composição de seus minérios, pode apresentar variadas cores como rósea, branca, esverdeada ou preta. Dentre esses minerais estão a mica e o feldspato. Além do mais, o mármore é formado a partir da transformação físico-química sofrida pelo calcário a altas temperaturas e sob pressão. Isso explica por que as maiores jazidas de mármore se encontram em regiões de atividade vulcânica e que possuem a rocha matriz calcária.

O grau metamórfico, junto à composição química do mineral, é que molda a rocha, conferindo-lhe variadas cores e texturas e fazendo do mármore um material rentável na

indústria de rochas ornamentais (Souza, ©2024). Tanto os mármores quanto os granitos são explorados em lavras a céu aberto, sendo os tipos mais comuns realizados em bancadas, por desabamento ou em matacões. As lavras em bancadas são subdivididas em altas e baixas, e o desmonte da rocha é realizado com auxílio de explosivos.

O beneficiamento dos blocos extraídos envolve corte (serragem) e é constituído por três tipos distintos de processos: serragem em teares, serragem em talha-blocos e acabamento de superfície. O processo de serragem nos teares é auxiliado por uma polpa de água, cal e granalha, despejada continuamente sobre a carga, para otimização do corte e resfriamento das lâminas. Talha-blocos são equipamentos de serragem com discos diamantados, capacitados para cortes de grande profundidade, cuja maior utilização é voltada para produtos padronizados (lajotas). Os equipamentos com discos diamantados, capacitados para cortes mais rasos, são chamados “talha-chapas” e muito utilizados nas marmorarias.

Após a etapa de corte (serragem), as chapas passam pelo processo de acabamento final, composto por levigamento, polimento e lustro ou apicoamento e flameamento, com o objetivo de tornar a superfície mais lisa e dar brilho à peça. O levigamento (ou desbaste) representa o desengrossamento das chapas, com a criação de superfícies planares e paralelas. O polimento produz o desbaste fino da chapa e o fechamento dos grãos minerais, criando uma superfície lisa, opaca e mais impermeável que a de uma face natural da mesma rocha. O lustro é aplicado no sentido de se imprimir brilho à superfície da chapa, produzido pelo espelhamento das faces dos cristais constituintes da rocha. Os resultados do polimento e lustro são definidos pelo brilho, fechamento e espelhamento das chapas, podendo-se aferir o brilho através da acuidade visual ou com uso de aparelhos (*glossmeter*) O Brasil possui o maior parque mundial de teares multifios diamantados (600 máquinas em operação, das quais 350 de fabricação nacional) (Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais, 2010, 2024).

Duas das maiores mudanças que ocorreram nos últimos anos foram o surgimento do tear com lâminas incrustadas de segmentos de diamantes e a introdução do uso de granalha de ferro fundido ou de aço como elemento abrasivo, em substituição à areia. Logo, os processos de corte vão se tornando específicos para cada tipo de rocha.

Existiam 2.605 (1,11%) processos ativos na base de dados Sigmine/ANM em abril de 2024, tal como pode ser visto na Figura 156. Em Goiás (Figura 157), os processos minerários ativos se concentravam no nordeste do estado e somavam 115 (0,82%) processos, ocupando uma área requerida de 79.441,07 ha (0,23% da área de todo o

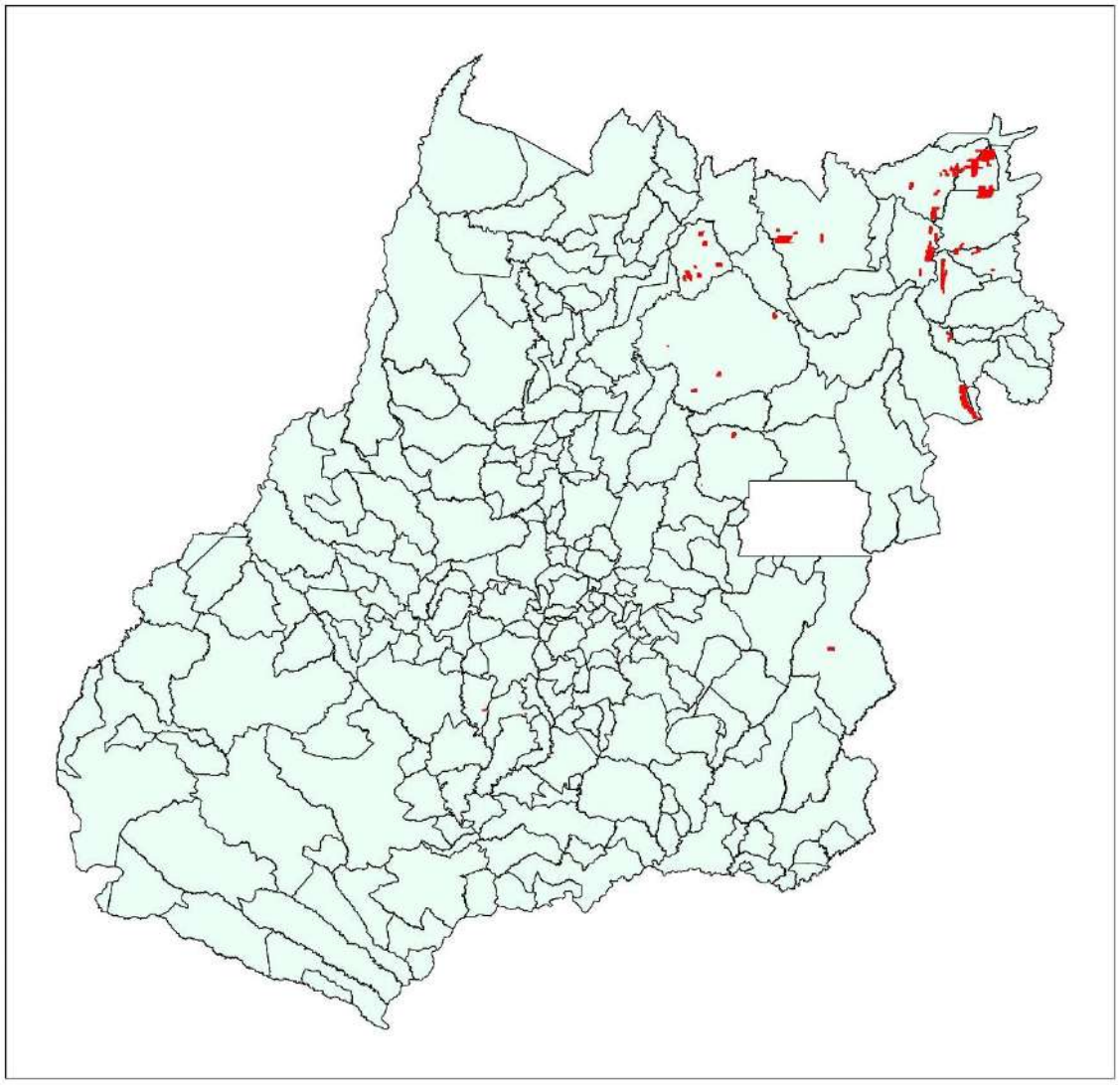
estado de Goiás). Os processos foram protocolados por 24 titulares diferentes e com usos declarados como revestimento (107), brita (3), fabricação de cal, industrial e pedra de talhe (1). A maioria desses processos minerários (93,04%) está em fase de autorização de pesquisa (73,04%) ou de requerimento de lavra (20,00%), como pode ser visto na Figura 158.

Figura 156 - Ocorrências de processos minerais ativos para mármores



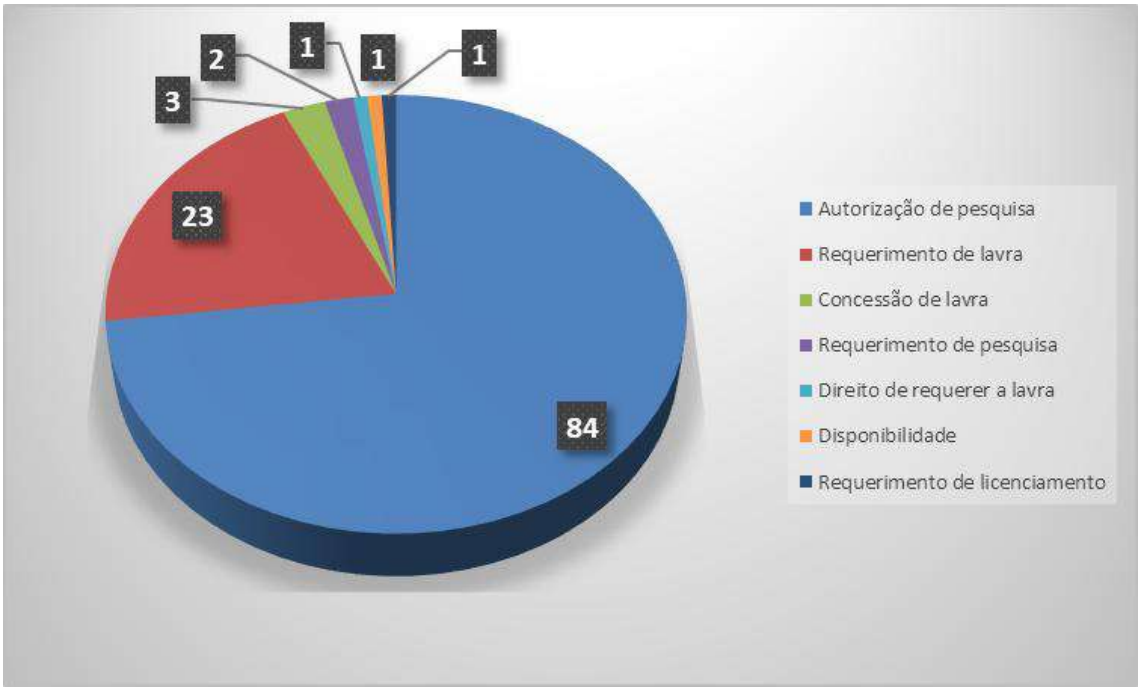
Fonte: Autoria própria.

Figura 157 - Ocorrências de processos minerais ativos para mármores no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

Figura 158 - Processos minerais ativos em função de sua fase para mármores em Goiás



Fonte: Autoria própria.

7.3.3 Granito

Segundo o site do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (IGc-USP), granito e outras rochas da família dos granitos, genericamente denominados "granitoides" (tais como o tonalito e o granodiorito), são as mais amplamente distribuídas das rochas ígneas que compõem a crosta continental. Os granitos são formados pelo resfriamento do magma em profundidade, por isso são denominadas "rochas plutônicas" ou "intrusivas". O magma que dá origem aos granitos é produto direto da fusão parcial da crosta terrestre em zonas tectonicamente ativas, promovendo assim sua reciclagem. A composição química dos magmas graníticos reflete a composição química da própria crosta. O magma granítico é relativamente mais frio (entre 700 °C e 900 °C) que o magma basáltico (entre 1000 °C e 1200 °C) e mais rico em sílica (teor de SiO_2 > 63%), o que lhe confere uma característica menos fluida, mais viscosa, dificultando assim que chegue até à superfície; em geral, ele cristaliza em profundidade.

Segundo a mesma fonte, o granito é formado quando o magma resfria lentamente em porções profundas da crosta continental. O lento resfriamento do magma no interior da crosta permite promover o crescimento dos minerais, desenvolvendo uma textura

denominada “fanerítica”, na qual os minerais são distinguíveis a olho nu (> 1 mm). Riolito é o equivalente vulcânico do granito, ou seja, resultado do resfriamento e da cristalização do magma, que alcança a superfície terrestre, gerando desse modo uma rocha de mesma composição mineralógica, mas com textura afanítica, ou seja, com grãos muito finos não visíveis a olho nu (< 1 mm).

Feldspato alcalino, quartzo e plagioclásio perfazem geralmente mais de 80% do granito. Por isso, o granito é considerado uma rocha félsica, ou seja, uma rocha clara. Feldspato alcalino pode formar grandes cristais (megacristais), que se destacam em relação aos outros constituintes, conferindo ao granito uma textura porfirítica. Em geral, a cor do feldspato alcalino, branco, cinza, rosa, vermelho ou verde, determina a cor da rocha. Quando ocorre o predomínio do feldspato alcalino sobre o plagioclásio, a rocha é denominada “sienogranito”; já se o predomínio é do plagioclásio, a rocha é denominada “monzogranito”. Muscovita, biotita e anfibólio também são minerais comuns nessas rochas. Alguns granitos também podem conter piroxênio ou granada. Os minerais acessórios mais comuns nessas rochas são apatita, zircão, monazita, titanita, allanita, magnetita e ilmenita. Pegmatito e aplito são rochas de mesma composição do granito, mas apresentam, respectivamente, grãos predominantemente muito grossos (> 3 cm) e finos (≤ 1 mm).

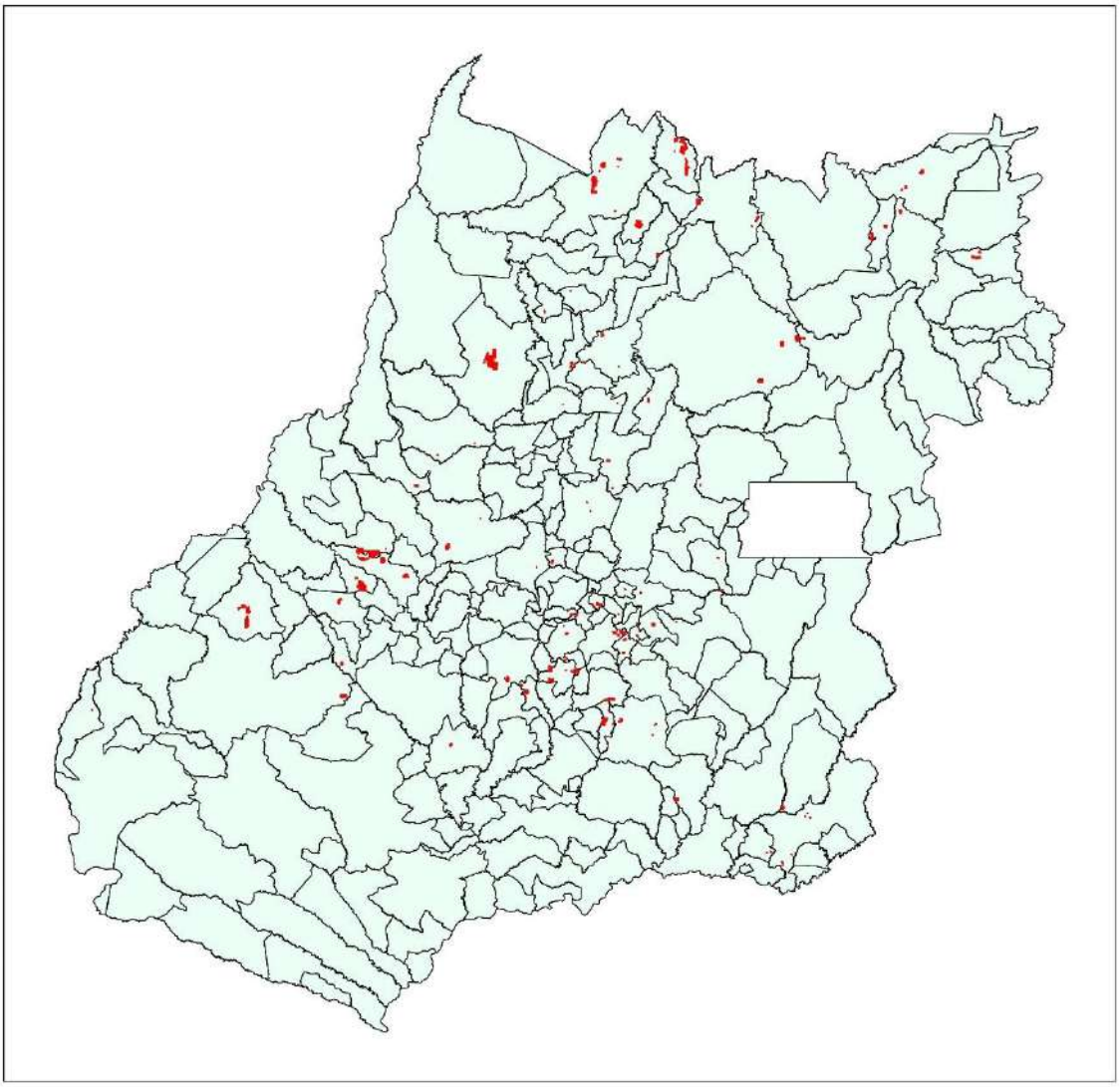
Granitos são rochas duras e resistentes amplamente utilizadas nas construções (brita, pavimentos, revestimentos de pisos e fechadas, e ornamentos) e monumentos. Foram encontrados na base de dados Sigmine/ANM processos ativos para granito (17.312, equivalentes a 7,37%), granito gnáissico (2), granito ornamental (114), granito para brita (64) e granito para revestimento (44). A Figura 160 mostra as ocorrências de processos minerais ativos apenas para granitos. Já em Goiás, a única ocorrência era para granito, com 227 (1,62%) processos ativos, distribuídos em grande parte do território do estado e ocupando uma área requerida de 66.729,07 ha (0,20% da área do estado). O uso do granito em Goiás se destina a revestimento (134 processos), brita (55), industrial (4) e construção civil (2). Havia na base de dados 32 processos sem uso informado. A Figura 161 mostra os processos minerais ativos em função de sua fase para os granitos de Goiás.

Figura 159 - Ocorrências de processos minerais ativos para granitos



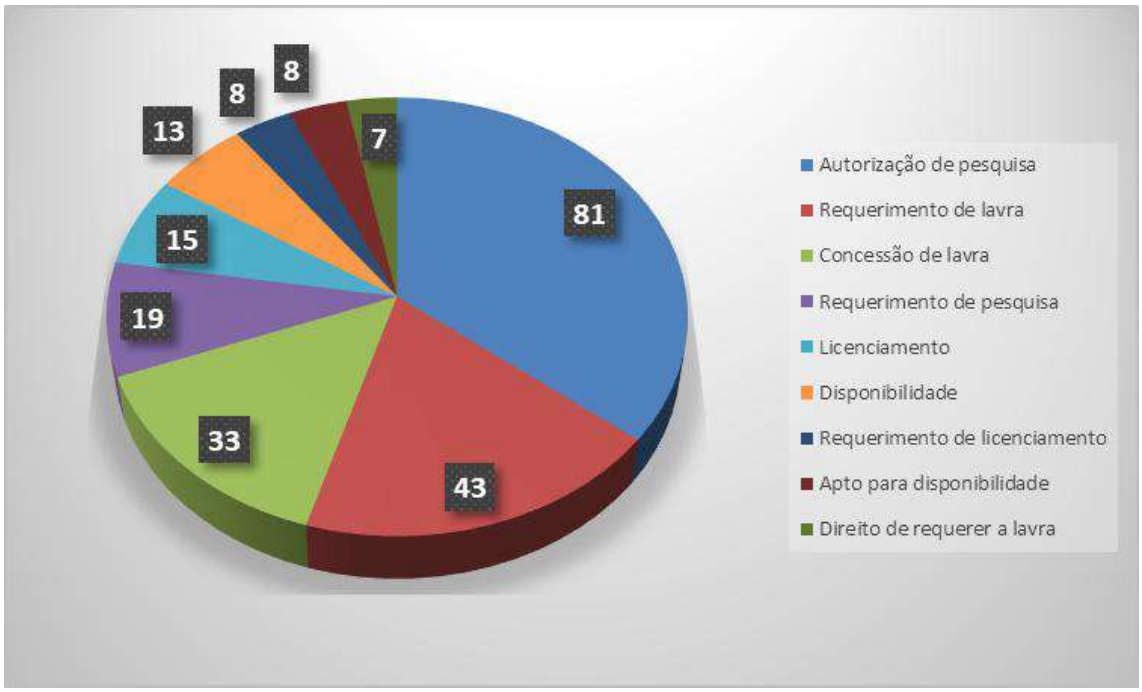
Fonte: Autoria própria.

Figura 160 - Ocorrências de processos minerais ativos para granitos no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

Figura 161 - Processos minerais ativos em função de sua fase para granitos em Goiás



Fonte: Autoria própria.

7.3.4 Quartzito

Segundo a definição de Chiodi Filho e Rodrigues (2009), os quartzitos são rochas metamórficas com textura sacaroide, derivadas de sedimentos arenosos, formadas por grãos de quartzo recristalizados e envolvidos ou não por cimento silicoso.

O quartzito é lavrado em minas a céu aberto pelo método de bancadas. A primeira etapa é o decapeamento, que se inicia com a retirada do solo que, no caso, costuma ser facilitada em razão da fina camada de solo existente. As placas são delaminadas com talhadeiras e martelo no próprio local. As peças com melhor aproveitamento econômico são denominadas “folheado”, e as peças com pouca capacidade de delaminação são chamadas de “pedrão”. Em geral, não há necessidade de realizar acabamento industrial. Em alguns casos, as peças são esquadrejadas, riscadas e cortadas à percussão (martelo), apoiadas sobre uma quina de metal. Esse processo ocorre na própria lavra, originando lajotas de borda rugosa, que já podem ser comercializadas para alguns fins.

A Figura 162 apresenta as ocorrências de processos minerais ativos para quartzito na base de dados Sigmine/ANM. Foram encontrados processos para quartzito (6.326 ou 2,69% dos processos da base de dados), quartzito friável (1), quartzito industrial (34 ou 0,01%), quartzito para revestimento (1) e quartzito sericítico (7).

Figura 162 - Ocorrências de processos minerais ativos para quartzito



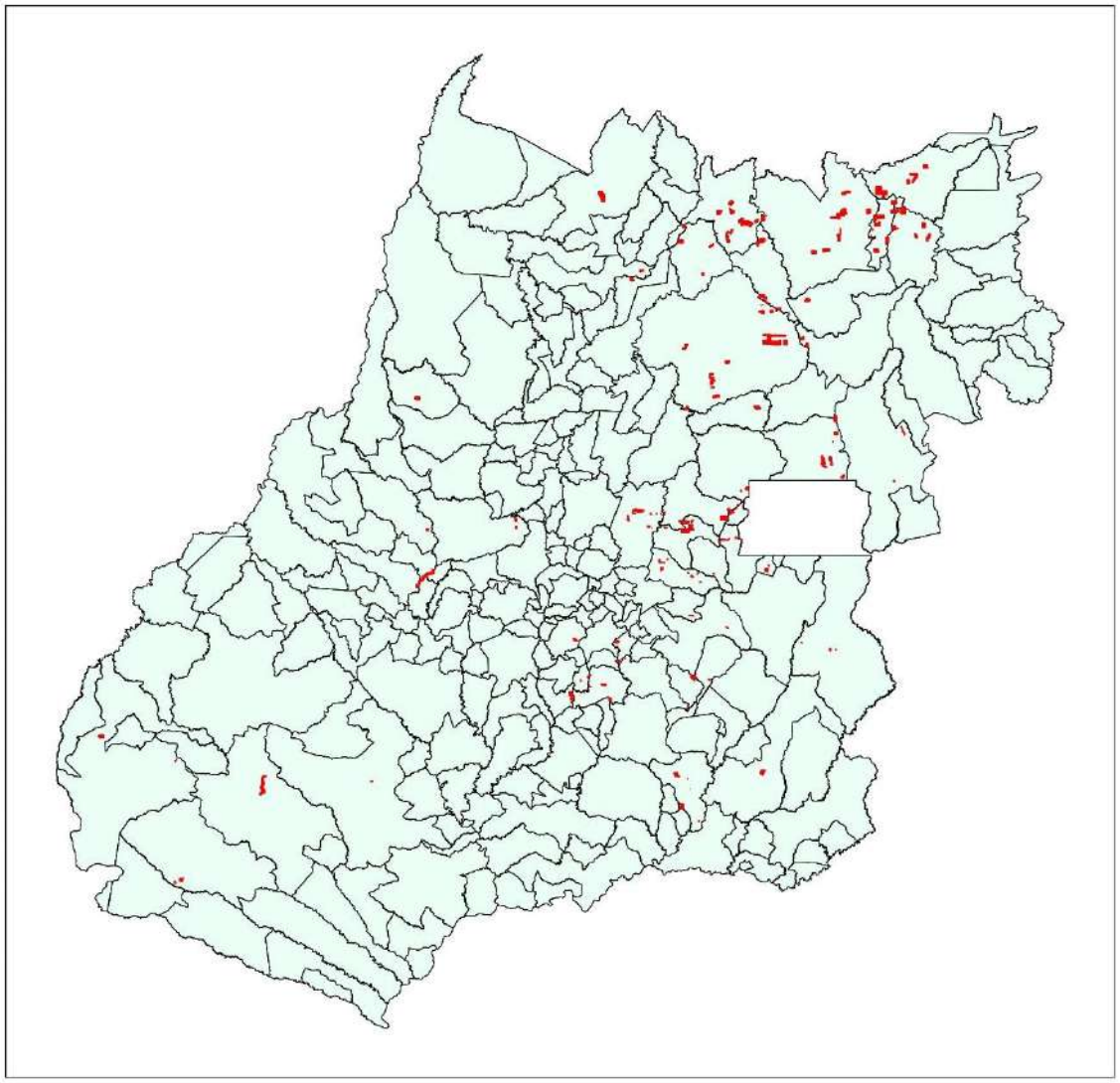
Fonte: Autoria própria.

Foram localizados 236 processos ativos para quartzito (ou 1,68% dos processos goianos) e quartzito industrial (1) quando a base de dados foi filtrada para o estado de Goiás, sendo tais processos pertencentes a 121 titulares diferentes. Quando somados, eles requereram uma área de 98.546,97 ha (ou o equivalente a 0,29% do estado de Goiás). Quanto ao uso da substância, foram encontrados 141 processos para revestimento, 54 para uso industrial, 16 para brita, um para construção civil e 16 processos sem uso informado.

O município de Pirenópolis, junto aos municípios vizinhos (Corumbá e Cocalzinho), responde pela maior parte da produção mineral de quartzito ornamental do estado de Goiás. O quartzito, amplamente utilizado na construção civil como revestimento, é, através do método de lavra em mina a céu aberto, extraído no município desde o período colonial, de forma rudimentar e por mão de obra familiar (Faleiro; Lopes, 2010). Os autores ainda afirmam que a comercialização do quartzito atravessou

fronteiras e hoje, além da sua venda no mercado brasileiro, vários países da Europa apreciam e compram as lajes de rara beleza e resistência.

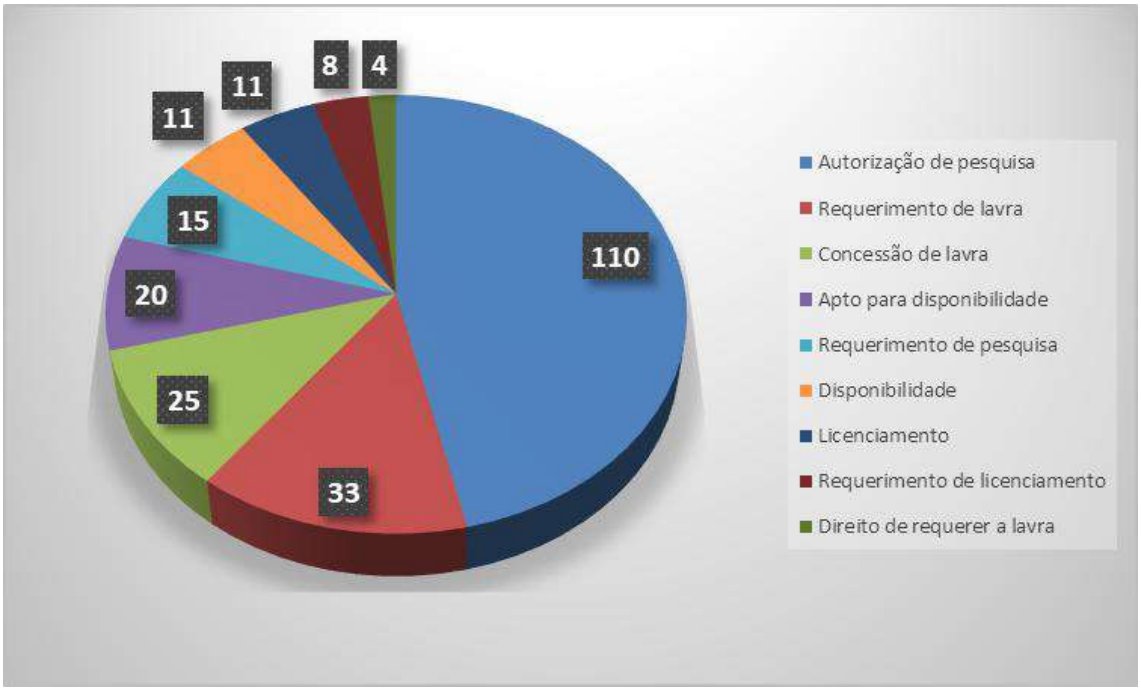
Figura 163 - Ocorrências de processos minerais ativos para quartzito no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

Os processos minerais ativos em função de sua fase para quartzito em Goiás podem ser vistos na Figura 164. A maioria dos processos se refere à autorização de pesquisa (110 processos ou o equivalente a 46,41% de todos os processos goianos).

Figura 164 - Processos minerais ativos em função de sua fase para quartzito em Goiás



Fonte: Autoria própria.

8 GEMAS (PEDRAS PRECIOSAS E SEMIPRECIOSAS)

O Brasil é mundialmente conhecido por sua riqueza em pedras preciosas, também chamadas de “pedras coradas”. Considerando o volume exportado em toneladas, com exceção dos diamantes, rubis e esmeraldas, o Brasil classifica-se no 2º lugar no *ranking* dos maiores fornecedores de pedras coradas. Sob a designação "pedra corada", enquadram-se todas as variedades de gemas coloridas, exceto o diamante e seus substitutos sintéticos. Em 2023, de acordo com a Agência Nacional de Mineração (ANM), o país produziu aproximadamente 670 mil toneladas de gemas, totalizando mais de R$ 36 milhões de reais. O estado com a maior produção foi Minas Gerais, com mais de mil de toneladas.

Segundo o Serviço Geológico do Brasil (SGB), o Brasil possui uma diversidade de 108 gemas. Elas são divididas nos seguintes grupos: gemas orgânicas, granadas, grupo das olivinas, variedades de berilo, variedades de coríndon, variedades de crisoberilo, variedades de espudomênio, variedades de feldspato, variedades de opala, variedades de quartzo, variedades de turmalina, variedades de topázio e demais gemas (Brasil, 2024a). Entre as pedras coradas brasileiras destacam-se (Abreu, 1973; Agência Nacional de Mineração, 2023; Brasil, 2024a; Sauer, 1984; Svisero; Franco, 1987):

i. **Grupo do berilo:** Composto pelas variedades esmeralda, água-marinha, morganita e heliodoro;
ii. **Grupo da turmalina:** Composto pelas variedades rubelita, indicolita, verdelita e os tipos policrômicos;
iii. **Grupo da sílica:** Merecem destaque a ametista, o citrino, as ágatas e as opalas;
iv. **Grupo do espodumênio:** Composto pelas variedades kunzita e hiddenita;
v. **Grupo do crisoberilo:** Além do crisoberilo de cor amarelo-esverdeada, contém a alexandrita e o olho-de-gato;
vi. **Topázio-imperial:** Oriundo da região de Ouro Preto.

Branco (2024) organizou as gemas em 108 tipos diferentes, conforme apresentado na Tabela 5. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos (IBGM) em 2021, o mercado brasileiro de joias teve um crescimento de 20% em seu faturamento, arrecadando um total de US$ 4,5 bilhões. Segundo dados do ComexVis, plataforma do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), as exportações de joias, ourivesaria e seus artigos movimentaram um total de US$ 146,38

milhões em 2021 e as importações desse segmento totalizaram US$ 64,46 milhões. O país para onde o Brasil mais exportou joias em 2022 foi a Alemanha, destino de US$ 69,5 milhões em produtos do setor em 2021, seguido dos Estados Unidos, para onde foram vendidos US$ 40,7 milhões em itens de joias e ourivesaria. O estudo destaca que os estados de São Paulo, Rio Grande do Sul e Minas Gerais foram os que mais exportaram joias em 2021 (Transport, 2023).

O Brasil produz, regularmente, quatro tipos de pedras altamente valorizadas no mercado internacional: diamante, alexandrita, esmeralda e turmalina Paraíba. Além dessas, têm tido destaque outras variedades como o olho-de-gato, o topázio-imperial, a água-marinha, a rubelita, a indicolita, a turmalina verde, a opala e o crisoberilo. Em termos de distribuição regional, há concentração nas regiões Nordeste, com destaque para a Bahia, e Sudeste, com destaque para Minas Gerais (Ribeiro; Silva, 2010).

A comercialização brasileira de pedras preciosas possui um custo elevado se comparada à de outros países. Nesse custo estão incluidos tecnologia, equipamentos e mão de obra, que para o Brasil é escassa. Assim, o que acontece comumente é se vender o produto bruto e depois importar esse industrializado. Outra questão que merece destaque é a tributação excessiva, que é o principal entrave ao desenvolvimento do setor: em torno de 53%. Além de restrições de natureza tributária, há a burocracia, capaz de fomentar a informalidade, cujo índice ultrapassa 50% atualmente e dificulta a comercialização no mercado interno. Segundo estimativa do Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos (IBGM), a informalidade, embora tenha se reduzido nos últimos anos, continua elevada, em torno de 30%, tanto no âmbito da produção quanto no da comercialização (Valle; Dorr, 2020; Instituto Brasileiro de Gemas e Metais Preciosos, 2018).

Tabela 6 - Gemas brasileiras

Gemas orgânicas Copal Jarina		
Granadas Almandina Grossulária Hessonita Piropo Rodolita Spessartina	**Variedades de quartzo** Ágata Ametista Aventurino Calcedônia Cornalina Crisoprásio Jaspe Ônix Ônix-real Concreção de sílica Heliotrópio Citrino Cristal de rocha Madeira fossilizada Oneguita Quartzo azul Quartzo com dendritos Quartzo com goethita Quartzo com turmalina Quartzo enfumaçado Quartzo mórion Quartzo olho-de-gato Quartzo rosa Quartzo rutilado	**Demais gemas** Allanita Ambligonita Anatásio Andaluzita Apatita Apofilita Aragonita Axinita Barita Brasilianita Calcita Cassiterita Childrenita Cianita Cordierita Crisocola Diamante Diopsídio Dumortierita Epídoto Escapolita Esfalerita Espinélio Estaurolita Euclásio Fenaquita Fluorita Gahnita Hematita Herderita Lazulita Malaquita Nefrita Obsidiana Petalita Pirita Quiastolita Rodonita Rutilo Scheelita Sillimanita Sodalita Titanita Turquesa Zircão
Grupo das olivinas Crisólita Peridoto		
Variedades de berilo Água-marinha Berilo verde Esmeralda Goshenita Heliodoro Morganita		
Variedades de coríndon Rubi Safira		
Variedades de crisoberilo Alexandrita Crisoberilo Olho-de-gato	**Variedades de turmalina** Acroíta Dravita Indicolita Rubelita Schorlita Turmalina bicolor Turmalina melancia Turmalina Paraíba Verdelita	
Variedades de espodumênio Hiddenita Kunzita Trifana		
Variedades de feldspato Adulária Amazonita	**Variedades de topázio** Topázio Topázio-imperial	
Variedades de opala Opala-de-fogo Opala-preciosa		

Fonte: Adaptado de Branco (2024).

O tamanho do mercado brasileiro de joias é estimado em US$ 3,59 bilhões em 2024 e deverá atingir US$ 5,34 bilhões até 2029, crescendo a um CAGR de 8,31% durante o período de previsão (2024-2029). A indústria joalheira brasileira é uma das indústrias de bens de consumo de rápido crescimento, com um número crescente de *players* trazendo produtos inovadores para as prateleiras do varejo. Com a crescente preferência por produtos de marca entre os consumidores, aumentou a importância dos varejistas que vendem gemas e joias de marca. Pela abordagem customizada e produtos customizados e específicos, a demanda por joias tem impulsionado vendas em lojas especializadas em todo o país.

Os principais *players* do mercado de joias brasileiro incluem Joias Vivara, H Stern *Jewelers* Inc., Pandora AS, LVMH Moet Hennessy Louis Vuitton e *Compagnie Financière* Richemont S.A. Brasileira. Os consumidores estão mais preocupados com a qualidade do material (metal e pedras preciosas) utilizado. Os principais intervenientes adotam diversas estratégias para ganhar a confiança e o interesse do consumidor. Por exemplo, a Tiffany Co. rastreia a origem dos diamantes de onde eles são extraídos como pedras brutas. Todas as pedras brutas passam pela Certificação do Processo Kimberly. As empresas líderes do mercado de joias no Brasil são (Mordor Intelligence, ©2024b):

1. Joias Vivara;
2. H Stern *Jewelers* Inc.;
3. Pandora AS;
4. LVMH Moet Hennessy Louis Vuitton;
5. *Compagnie Financière* Richemont AS;

Gemas e joias integram o conjunto de Arranjos Produtivos Locais (APLs) de Base Mineral, que representa um valioso instrumento estratégico de articulação e integração de políticas de apoio ao desenvolvimento regional e local da mineração em pequena e média escala. Os APLs constituem concentrações geográficas de empresas e de instituições que se relacionam em torno de um setor ou de uma atividade econômica. Como uma forma de organização espacial da produção, são radicados territorialmente em decorrência das vantagens que a própria localização enseja no processo de inclusão social, geração de emprego e renda, desenvolvimento regional e local. Atualmente, o OBAPL registra um total de 890 APLs distribuídos pelas regiões brasileiras, sendo 21 caracterizados no setor de gemas (Sousa; Costa Neto; Dias, 2020).

O Comitê Temático Rede Brasileira de Arranjos Produtivos Locais de Base Mineral (CT RedeAPLmineral) acrescenta à lista de base mineral os seguintes elementos listados dos segmentos industriais da mineração em pequena escala (Sousa; Costa Neto; Dias, 2020):

- Água mineral;
- Agregados para a construção civil (brita, areia, cascalho, argila);
- Agrominerais;
- Calcário e cal;
- Cerâmica de revestimento;
- Cerâmica vermelha;
- Gemas, joias, metais preciosos e afins;
- Gesso;
- Rochas e minerais em pegmatitos;
- Rochas ornamentais;
- Sal marinho.

Segundo Sousa, Costa Neto e Dias (2020), existem dois APLs de base mineral em Goiás: Gemas, Joias e Artesanato Mineral de Cristalina e Gemas e Joias de Campos Verdes. Em Goiás, destacam-se os depósitos de ametista (quartzo) de Uruaçu, Santa Teresinha de Goiás, Santa Luzia e Serra dos Cristais. A esmeralda (berilo) é extraída em Santa Teresinha de Goiás e em Itaberaí, enquanto a turmalina é explorada em Mata Azul. Além disso, há safiras (coríndon) no município de Peixe, apesar de não ter sido localizado nenhum processo ativo na base de dados Sigmine/ANM para essa substância em Goiás.

8.1 Água-marinha

A água-marinha é uma variedade do berilo ($Be_3Al_2SiO_6$), sendo classificada como um silicato de alumínio e berílio. A sua dureza é na escala de Mohs está entre 7,5 e 8. Essa gema tem fratura desigual e conchoidal com clivagem imperfeita. A sua cor varia desde o azul, azul-claro e azul-esverdeado ou até mesmo tende aos tons escuros com um grau de pureza de 55%. São raros os exemplares com um azul intenso e sem tons esverdeados, uma vez que a maioria das águas-marinhas com um azul perfeito foram

sujeitas a tratamentos especiais, sendo o principal o aquecimento da gema. Esse tratamento elimina os tons esverdeados, fazendo com que a gema fique com um aspecto mais impressionante. Contudo, nem sempre as pessoas preferiram assim; algumas pessoas preferem os tons naturais por serem mais parecidos com o azul do mar.

O Brasil é o maior produtor de água-marinha, mas essa gema é encontrada em pequena escala por todo o mundo, tendo sido encontrada em: Elba, na Itália; Mourne *Mountains*, na Irlanda do Norte; Califórnia, Colorado, Connecticut e Maine, nos Estados Unidos; Mursinsk, Takovaja *River*, Shaitansk *Hills*, Adun-Tchilone Baikal, na Rússia; Rossing e KI. Spitzkopje, na Namíbia; além de Madagascar, Zimbábue, Tanzânia, Quénia, Sri Lanka, Índia, Mianmar, Austrália, Paquistão e Afeganistão.

No Brasil, existem minas nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Bahia, Rondônia e Rio Grande do Norte, onde são encontradas as melhores águas-marinhas do país. A Rainha Elizabeth II, do Reino Unido, possuía várias gemas desse tipo que lhe foram dadas de presente quando ela esteve no Brasil.

Até a década de 1950, a maior água-marinha do mundo pesava 110 kg e media 48,5 cm de comprimento por 42 cm de diâmetro, tendo sido encontrada em Resplendor, Minas Gerais. Na década de 1950, foi encontrada em Pancas, no Espírito Santo, a maior água-marinha do mundo que, devido à sua beleza, foi denominada "Martha Rocha", em virtude dos olhos azuis da jovem coroada Miss Brasil em 1954 e 2ª colocada no concurso de Miss Universo. Contudo, em 1983, foi encontrada na cidade de Tenente Ananias, Rio Grande do Norte, uma água-marinha com 149,1 kg, medindo aproximadamente de 52,1 cm de comprimento por 52,3 cm de diâmetro.

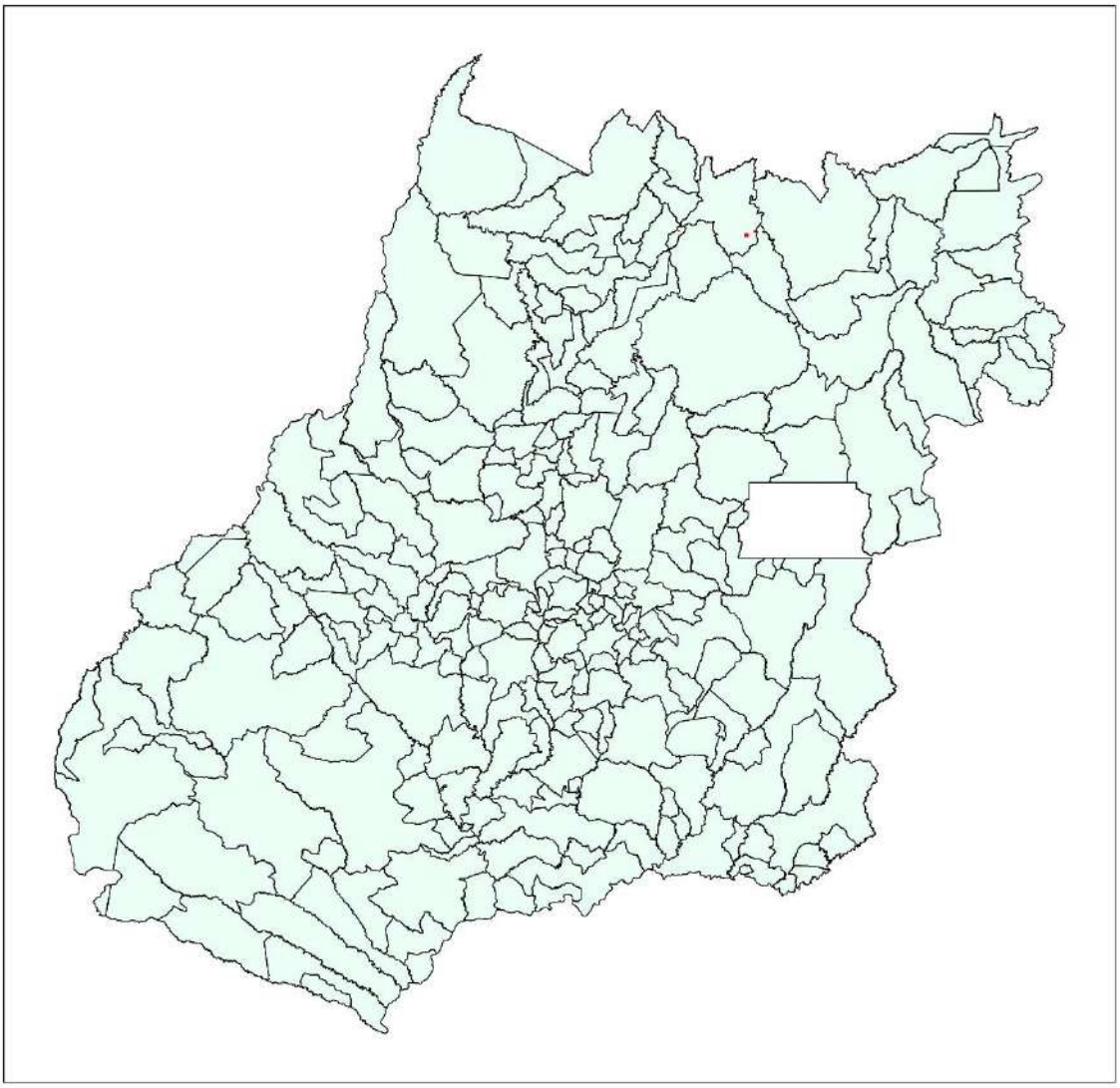
Foram encontrados 545 processos ativos na base de dados Sigmine/ANM para água-marinha (0,23%) (vide Figura 165), sendo que quatro processos (0,03%) eram no estado de Goiás (Figura 166). Todos os processos goianos para água-marinha se localizavam em um mesmo município: Minaçu, localizado no norte do estado. Os processos encontravam-se em fase de requerimento de lavra garimpeira (2), em fase de requerimento de pesquisa (1) e apto para disponibilidade (1), cobrindo uma área requerida de 746,81 ha.

Figura 165 - Ocorrências de processos minerais ativos para água-marinha



Fonte: Autoria própria.

Figura 166 - Ocorrências de processos minerais ativos para água-marinha no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

8.2 Ametista

A ametista é a variedade violeta do quartzo (SiO_2) e sua cor é devido à presença de Fe^{3+}, que substitui o íon de silício no tetraedro $[SiO_4]^{4-}$ (Rossman, 1994). A distribuição da cor violeta nem sempre apresenta uniformidade, tendendo a se concentrar nas regiões apicais dos cristais segundo os setores de crescimento, logo há maior concentração da cor no romboedro positivo em relação ao romboedro negativo (Henn; Guttler, 2012a, 2012b).

Cristais de ametista de baixa qualidade, ou seja, com cor violeta fraca, são normalmente submetidos a um tratamento térmico para o desenvolvimento da cor amarelo-alaranjado

a amarelo acastanhado, transformando-se em citrino. A mudança de cor ocorre em torno de 500 a 600 ºC (Fischer, 1999), e, segundo Dotto e Isotani (1991) e Henn e Guttler (2012b), o Fe^{4+} transforma-se em Fe^{3+} (S_1) e Fe^{3+} (I_4). Nesse caso, dá-se a precipitação de partículas de hematita (Fe_2O_3) e de lacunas de oxigênio na estrutura cristalina. Outro possível resultado do tratamento térmico em ametista é o desenvolvimento da cor verde em cristais de ametista oriundos de Montezuma/MG e de Nevada, nos Estados Unidos, transformando-os na variedade chamada "prasiolita". O desenvolvimento dessa cor está relacionado à presença de Fe^{3+} intersticial de coordenação octaédrica (I_6) (Lehmann; Bambauer, 1973).

Segundo Tononi *et al*. (2019), o estado do Rio Grande do Sul destaca-se por possuir depósitos de ametista de viabilidade econômica mundial. Os cristais de ametista ocorrem preenchendo geodos de rochas vulcânicas básicas do Grupo Serra Geral, principalmente de regiões do Distrito Mineiro do Alto Uruguai (Juchem, 1999). Entretanto, há importantes depósitos de ametista alojados em riodacitos pertencentes a essa mesma unidade litológica (Juchem, 2014).

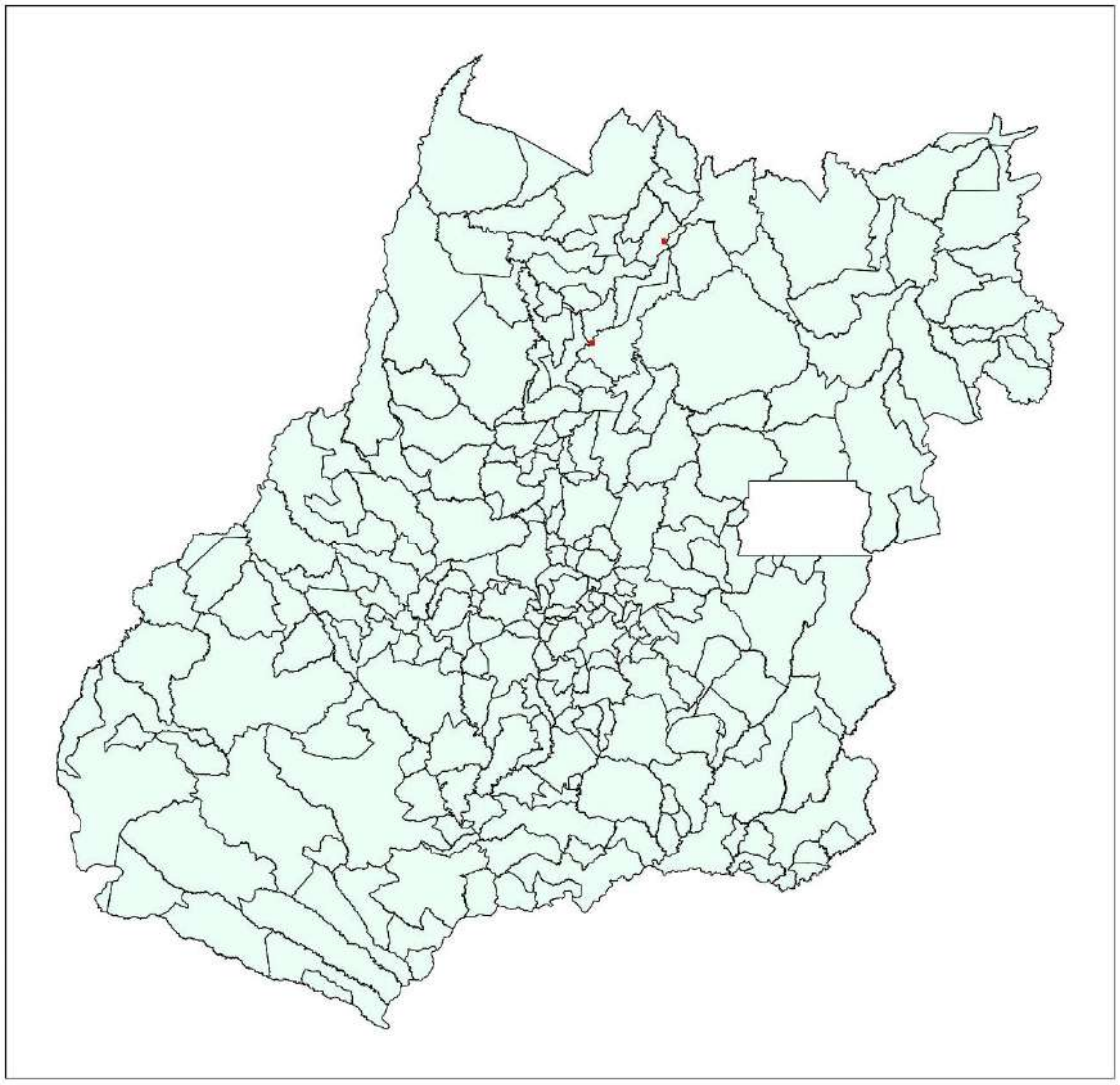
A Figura 167 apresenta as ocorrências de processos minerais ativos presentes na base de dados Sigmine/ANM para ametista. Foram encontrados 361 processos para essa substância mineral (0,15%), sendo que, deles, apenas quatro (0,03%) se localizavam no estado de Goiás (e todos tinham uso declarado como gema). Os processos foram protocolados por Pedro Henrique Nunes da Silva (autorização de pesquisa), Daniel Alexandre da Silva (lavra garimpeira), Wilson Ferraz Malheiros (lavra garimpeira) e Cooperativa Mista dos Garde Esmer do Estado de Goiás Ltda., ou Comesgo (requerimento de lavra garimpeira). Somados, esses processos chegam a uma área requerida de 2.012,38 há (ou 0,01% da área do estado de Goiás), situados nos municípios de Uruaçu e Formoso, como pode ser visto na Figura 168.

Figura 167 - Ocorrências de processos minerais ativos para ametista



Fonte: Autoria própria.

Figura 168 - Ocorrências de processos minerais ativos para ametista no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

8.3 Diamante

Segundo Medeiros e Costa (2018), o diamante é um mineral composto por átomos de carbono arranjados em uma estrutura cúbica cristalina densa e é originado em condições de alta pressão encontradas no manto da Terra. É o mineral com maior dureza encontrado na natureza e, devido às suas propriedades cristalinas únicas, tem alto valor comercial como gema. Há dois tipos principais de depósitos diamantíferos: depósitos primários, representados principalmente por kimberlitos mineralizados, e depósitos secundários, estes originados a partir de um novo trabalho sobre os depósitos primários. As mesmas autoras apontam que a reserva mundial de diamante em 2016 foi estimada em 750 Mct (milhões de quilates), de acordo com os dados do *Mineral Commodity*

Sumaries (Olson, 2015). A Austrália é o país detentor da maior reserva de diamantes, seguido da República Democrática do Congo e de Botsuana. O Brasil detém 5,4% das reservas mundiais, considerando as reservas declaradas pelos detentores de concessões de lavra no Relatório Anual de Lavra (RAL). Tendo em vista que uma parcela importante da produção brasileira é proveniente de áreas de permissões de lavra garimpeira, a determinação exata das reservas nacionais é prejudicada, e os dados aqui informados são subvalorados.

Dados do *Annual Global Summary* de 2016 da KPCS indicam que, no ano de 2016, a produção mundial de diamantes foi da ordem de 144 Mct. Nesse período, os maiores países produtores foram Rússia, Botsuana, República Democrática do Congo, Austrália e Canadá, que juntos contribuíram com mais de 80% da produção mundial. A participação brasileira (13º produtor mundial) no montante total foi de 0,14% (183,5 kct), sendo sua produção exportada quase integralmente e proveniente dos estados da BA, MT, MG, PA, GO e RO. O principal produtor brasileiro em 2016 foi o município de Braúna/BA (64,24%), seguido por Juína/MT (26,74%). Apesar de não figurar entre os principais produtores em quantidade, os diamantes de MG, em especial das regiões de Coromandel e Romaria, possuem, em geral, boa qualidade para gema, atingindo altos valores em dólares por quilate.

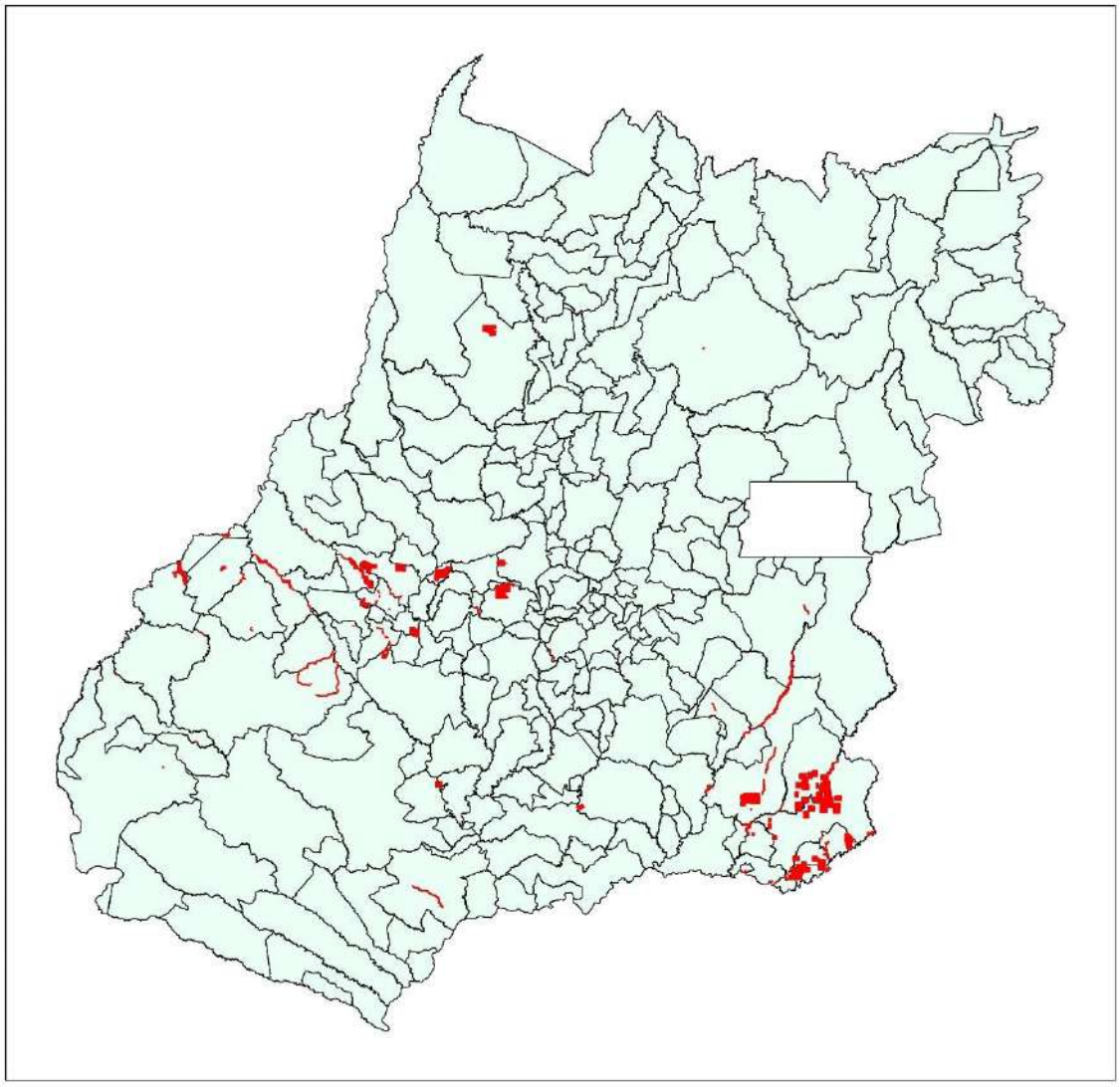
É possível notar na Figura 169 que existem ocorrências de processos minerais ativos na base de dados Sigmine/ANM para diamantes em grande parte das UFs brasileiras (2.907 processos ativos, representando 1,24% da base de dados). Goiás possuía, em abril de 2024, 231 processos para a substância mineral (1,65%), protocolados por 70 titulares diferentes e que somados requereram uma área de 178.037,39 ha (0,52% do estado de Goiás). Quanto ao uso declarado, a maioria dos processos (203) eram para uso industrial, seguido de gema (27) e pedra de talhe (1). A Figura 171 apresenta os processos minerais ativos em função de sua fase para diamante em Goiás. A maioria dos processos encontram-se em fase de autorização de pesquisa (114 processos, ou 49,35%), requerimento de lavra garimpeira (61, ou 26,41%) ou em disponibilidade (20, ou 8,66%). Apenas 9 processos de lavra garimpeira foram encontrados para essa substância.

Figura 169 - Ocorrências de processos minerais ativos para diamantes



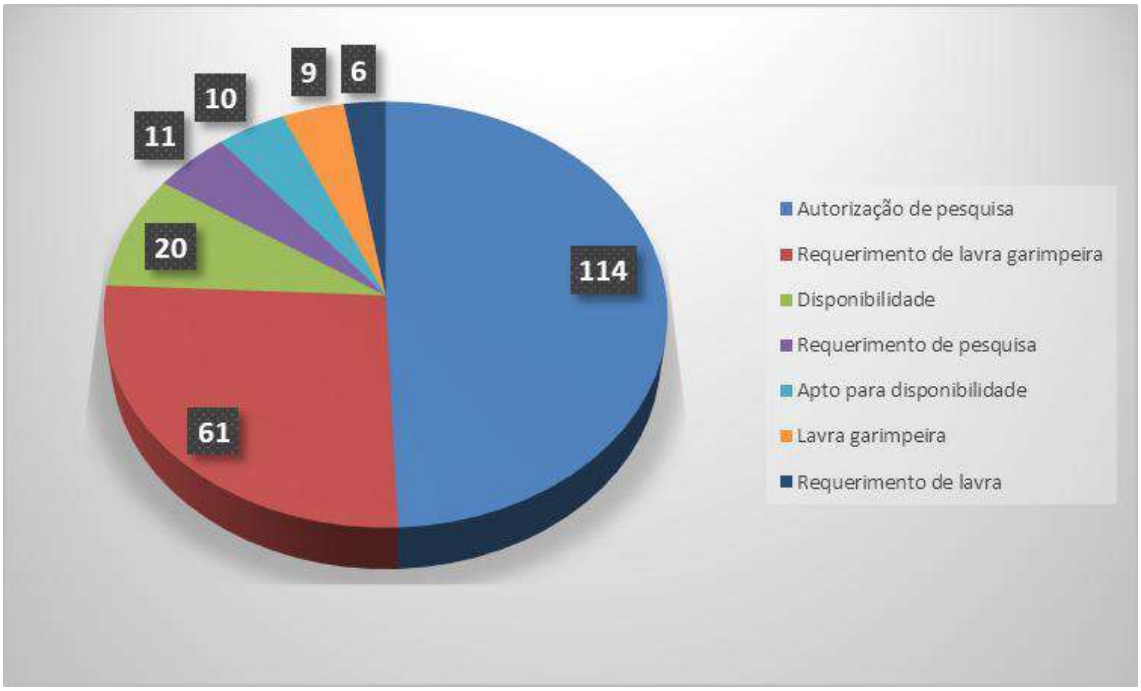
Fonte: Autoria própria.

Figura 170 - Ocorrências de processos minerais ativos para diamantes no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

Figura 171 - Processos minerais ativos em função de sua fase para diamante em Goiás



Fonte: Autoria própria.

8.4 Esmeralda

Segundo o site Portal da Mineração, a esmeralda é a variedade de cor verde do berilo ($Be_3Al_2Si_6O_{18}$), mineral que se apresenta comumente em cristais prismáticos com bases hexagonais, raramente biterminados, com vários centímetros de comprimento, usualmente estriados e corroídos, com fraturas e fissuras, muitas delas preenchidas por impurezas (Esmeralda, 2024). A cor verde é devida à presença de cromo na composição do berilo; nesse caso, a substituição do Al por Cr enfraquece a estrutura, do que provém as abundantes fraturas que a esmeralda apresenta. A esmeralda é a gema mais antiga conhecida da humanidade, já sendo comercializada há cerca de 6.000 anos na Babilônia. Esmeralda era também a deusa sagrada dos incas. Antigamente, essa pedra era dada às jovens como um talismã para proteção e facilidade na hora do parto. Foi associada também à deusa romana das florestas, Diana, protetora das mulheres jovens e padroeira dos partos. Os egípcios acreditavam que essa pedra estava associada à fertilidade e ao renascimento. Acredita-se que a maior esmeralda do mundo foi encontrada no Brasil, pesando 57 kct (ou 11,4 kg) e que a peça foi lapidada na Índia.

Segundo Sacramento Filho (2018), o berilo está presente em diversas rochas e é a principal fonte comercial do elemento químico berílio (Be). Com teores entre 10 e 12% de BeO, as reservas brasileiras oficiais desse mineral são pouco representativas.

Encontra-se em rochas pegmatíticas distribuídas em alguns estados da federação com destaques para MG, GO, BA e CE. Os recursos minerais estimados de berílio no mundo em 2016, de acordo com o *United States Geological Survey* (USGS), eram superiores a 100 kt, encontrados, principalmente, em depósitos pegmatíticos. Os principais consumidores e fornecedores de concentrado e de produtos manufaturados de berílio são os Estados Unidos da América, que detêm também 60% das reservas mundiais desse elemento químico. Destaca-se, nesse país, o depósito não pegmatítico de Spor *Mountain*, no estado de Utah, EUA, onde as reservas medidas estão em torno de 14 kt de berílio contido provenientes do mineral bertrandita ($Be_4Si_2O_7$).

No grupo do mineral berilo, a variedade berilo industrial apresenta grande potencial de uso, por se constituir geralmente de rejeito da extração das gemas (esmeralda, água-marinha e outras) em diversas jazidas no país. Entretanto, não há registro de produção de berilo industrial no país. Dados dos Relatórios Anuais de Lavras mostram, no ano de 2016, uma produção de berilo de 138 kg na forma de esmeralda, o que representou um faturamentoo de R$ 35 milhões, com toda a produção destinada à indústria joalheira. O principal produtor de esmeraldas foi o município de Itabira/MG, com mais 97% da produção nacional em 2016.

As Figuras 172, 173 e 174 apresentam as ocorrências de processos minerais ativos para berílio (elemento químico, berilo mineral e esmeralda, respectivamente), presentes na base de dados Sigmine/ANM de abril de 2024. Foram encontrados 1.571 (0,67% da base de dados) processos, sendo 653 (0,28%) para berílio, 358 (0,15%) para berilo e 560 (0,24%) para esmeralda. Em Goiás foram localizados três (0,02%) processos para berílio, quatro (0,03%) para berilo e 477 (3,40%) para esmeralda, conforme pode ser visto nas Figuras 175, 176 e 177 respectivamente.

Os processos ativos para berílio concentram-se no município de Campinaçu e arredores, somando uma área requerida de 5.588,99 ha (0,02% da área do estado de Goiás). Requeridos pela Mineradora Serra Geral Ltda. para uso industrial, esses processos estavam em fase de requerimento de pesquisa.

Os titulares dos processos para berilo eram Valdeir Peixoto de Carvalho (autorização de pesquisa), Mineração Vila Boa Ltda. (concessão de lavra), Ricardo Lehmann (requerimento de lavra garimpeira) e Manoel Juarez Pereira (requerimento de pesquisa). A área requerida por esses processos era de 1.146,40 ha, distribuída entre os municípios de Montividiu do Norte, Campinorte, Campinaçu e Itaberaí.

Figura 172 - Ocorrências de processos minerais ativos para berílio



Fonte: Autoria própria.

Figura 173 - Ocorrências de processos minerais ativos para berilo



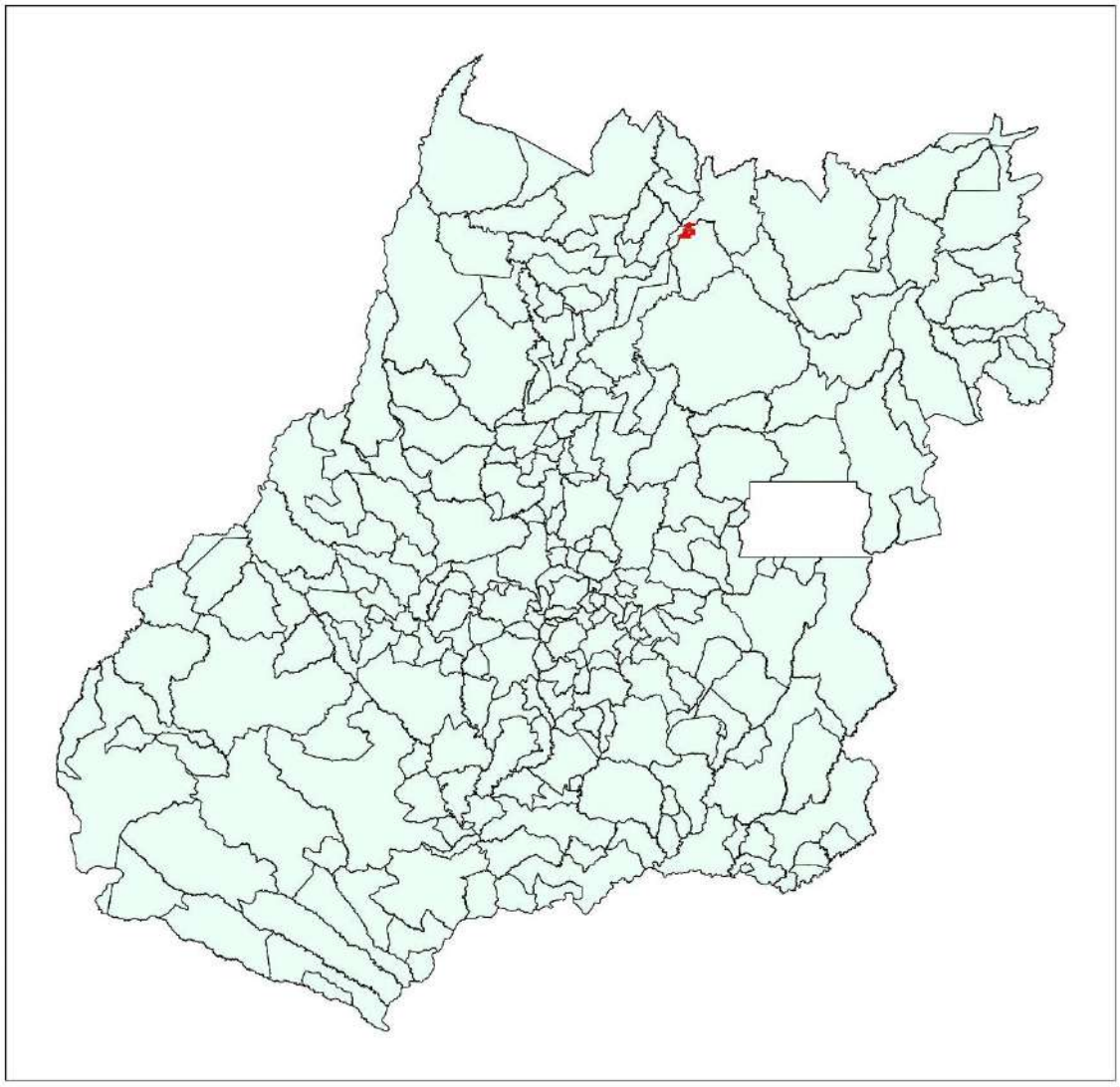
Fonte: Autoria própria.

Figura 174 - Ocorrências de processos minerais ativos para esmeraldas



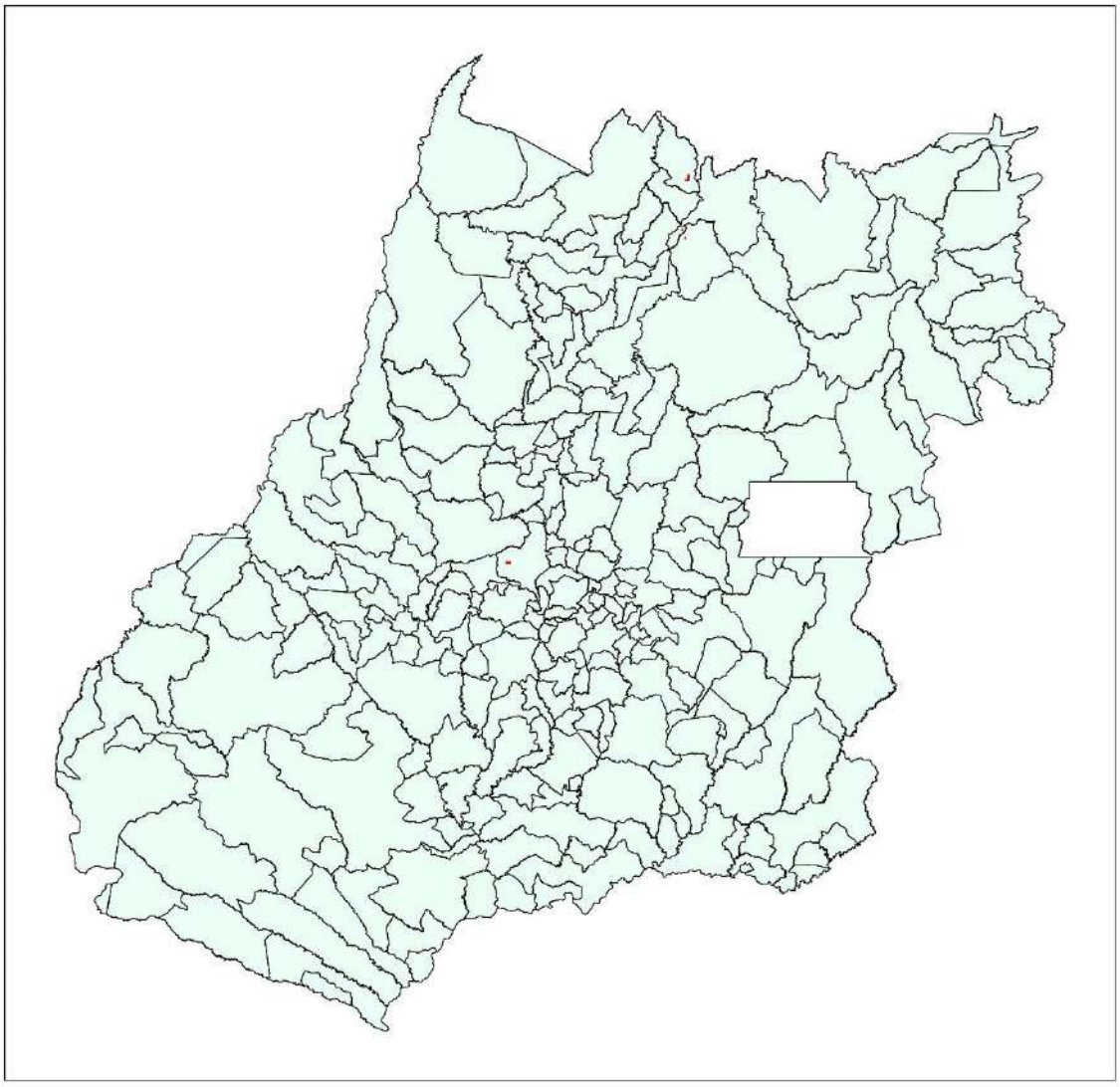
Fonte: Autoria própria.

Figura 175 - Ocorrências de processos minerais ativos para berílio no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

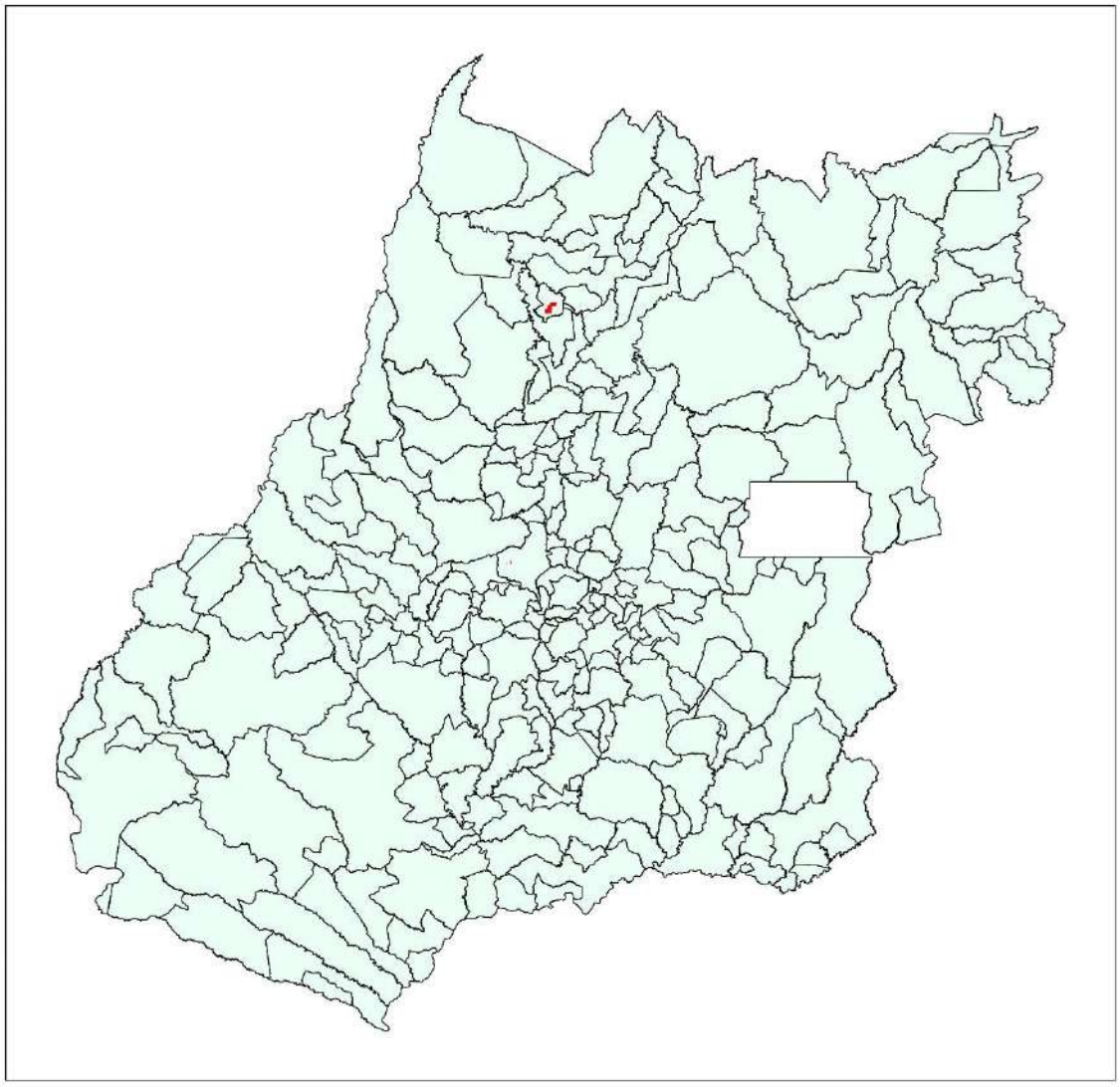
Figura 176 - Ocorrências de processos minerais ativos para berilo no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

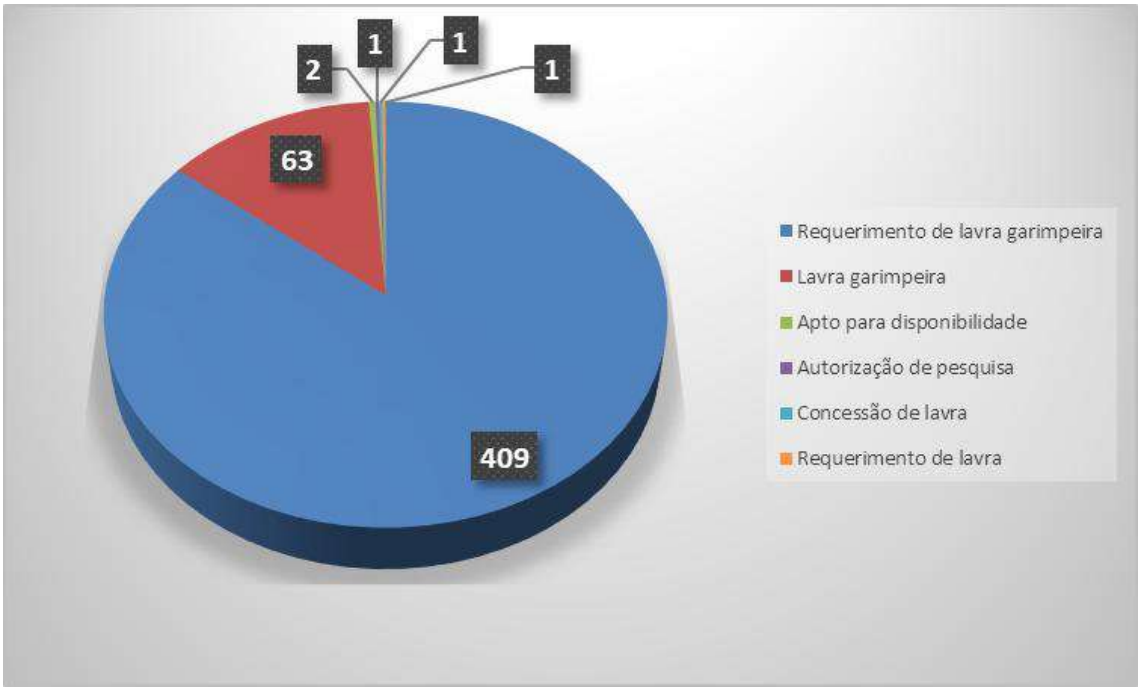
A Figura 177 apresenta as ocorrências de processos minerais ativos para esmeraldas no estado de Goiás. Os 477 processos ativos, de 252 titulares diferentes, requereram uma área de 2.729,66 ha (0,01% do estado de Goiás) em dois municípios apenas: Campos Verdes e Itaberaí. No que tange ao uso da substância mineral, 77 processos foram declarados como gema, 8 para uso industrial e 392 processos não informaram o uso. A Figura 178 apresenta os processos minerais ativos em função de sua fase para esmeralda em Goiás. Nota-se que 98,95% dos processos ativos se encontram ou na fase de requerimento de lavra garimpeira (85,74%), ou já na fase de lavra garimpeira (13,21%).

Figura 177 - Ocorrências de processos minerais ativos para esmeraldas no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

Figura 178 - Processos minerais ativos em função de sua fase para esmeralda em Goiás



Fonte: Autoria própria.

8.5 Turmalinas

Segundo o site do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (IGc-USP), o nome "turmalina" abrange um diverso grupo de borossilicatos de Na-Ca-Al-Mg-Fe-Mn. A estrutura cristalina da turmalina é, em geral, complexa e é uma consequência da interação dos diferentes grupos que intervêm nas ligações. Uma forma de se aproximar à compreensão dessa estrutura é relacionar a posição relativa dos diferentes grupos e suas ligações: o primeiro bloco estrutural da turmalina são os anéis de seis tetraedros de sílica, que se dispõem como camadas (um anel sob o outro) com centro alternado de Na^+ e $(OH)^-$; o bloco seguinte é composto por camadas de triângulos de BO_3 que se intercalam com as dos anéis de sílica. Ademais, os grupos octaédricos de (Li, Mg, Al)$O_4(OH)_2$ ligam as camadas entre si formando colunas. Finalmente, as colunas são ligadas pelo grupo (Al, Fe, Mn)O_5(OH), formando a estrutura cristalina da turmalina.

Destaca-se, nessas ligações, a variedade de substituições possíveis no arranjo que, em geral, ocorre de forma acoplada para manter o balanço de cargas do arranjo, além dos diferentes grupos presentes. A estrutura nesse grupo de silicatos é polar, o que gera as propriedades piro e piezoelétricas, visíveis também nas propriedades óticas dos cristais.

São associações comuns das turmalinas com minerais presentes em pegmatitos, tais como microclínio, albita, quartzo e moscovita; também em depósitos que contêm altas

quantidades de lítio com lepidolita, berilo, apatita, fluorita e minerais raros. As ocorrências de turmalinas são nos pegmatitos graníticos e nas rochas que circundam esses depósitos. Também ocorrem como mineral acessório nas rochas ígneas e metamórficas, tais como ganisses, xistos e calcários cristalinos. O principal uso da turmalina é como gema, mas também é usada na manufatura de medidores de pressão piezoelétricos.

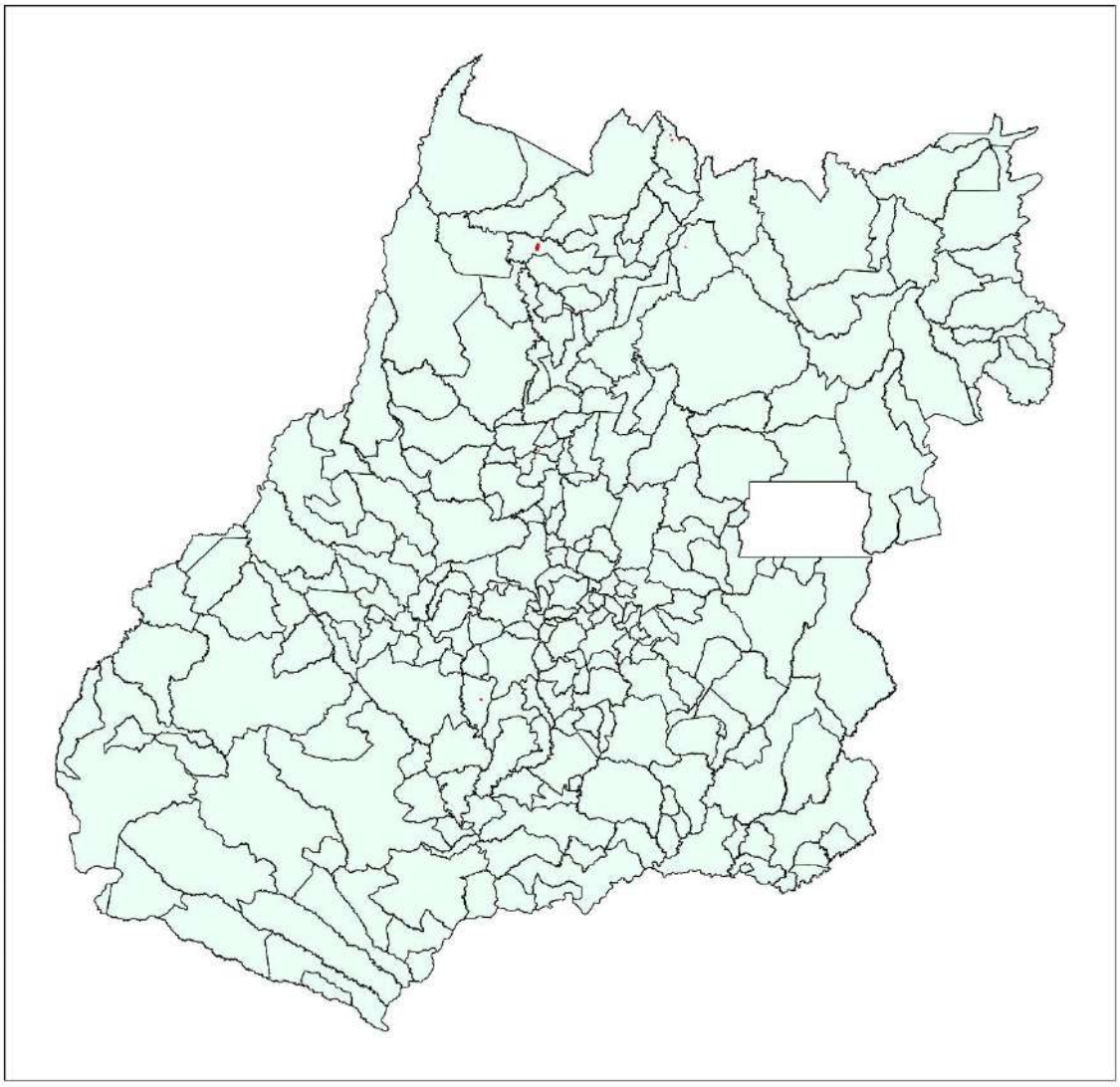
Foram encontrados 203 processos (0,09%) para turmalinas em todo o território nacional (Figura 179), sendo que, desses, nove (0,06%) estão situados em Goiás (Figura 180). Ocupando uma área requerida de 1.305,76 ha dos municípios de Montividiu do Norte, Amaralina, Campinaçu, Ceres e Jandaia, esses processos foram requeridos por sete titulares diferentes. A maioria dos processos ativos encontrava-se em fase de requerimento de lavra garimpeira (7), seguido por apto para disponibilidade (1) e autorização de pesquisa (1).

Figura 179 - Ocorrências de processos minerais ativos para turmalinas



Fonte: Autoria própria.

Figura 180 - Ocorrências de processos minerais ativos para turmalinas no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

9 ÁGUA

A água é formada por dois átomos de hidrogênio (H) ligados a um átomo de oxigênio (O) por ligações covalentes. No planeta, os recursos hídricos dividem-se na seguinte proporção: 97,5% água salgada, que está nos oceanos, e 2,5% água doce, armazenados em geleiras e calotas polares, águas subterrâneas e umidade do solo. Apenas uma pequena percentagem (1%) do abastecimento total de água do mundo está realmente disponível para os seres humanos como água doce. Do total de água doce, quase 30% estão no subsolo, constituindo as águas subterrâneas, das quais fazem parte as águas minerais e potáveis de mesa.

De acordo com Porowski (2018), as águas minerais e termais do ponto de vista hidrogeológico são águas subterrâneas. A água subterrânea é definida como a água livre (isto é, capaz de fluir gravitacionalmente) presente abaixo da superfície da Terra nos poros e fissuras das formações rochosas, constituindo 1,7% da água total do planeta. As águas minerais e termais constituem uma categoria especial de águas subterrâneas que têm sido utilizadas pelo homem para beber, tomar banho, curar, fazer terapia ou ritos religiosos há milhares de anos. Desde o início até hoje, as pessoas acreditam nos poderes curativos das fontes de água mineral e termal nos locais e países onde ocorrem. É por isso que, ao longo dos séculos, as águas termais sempre ocuparam uma posição significativa na história e no desenvolvimento das nações, dos países, das civilizações e das relações sociais. Hoje em dia a utilização de águas minerais e termais enquadra-se em três áreas principais, que constituem importantes setores da economia, nomeadamente (Porowski, 2018):

i. **Balneologia**: Refere-se ao uso mais tradicional de águas minerais e termais, balneoterapia, indústria de saúde e bem-estar e banhos quentes para fins curativos com águas termais naturais de diferentes composições químicas ou viscosidades (água líquida pura ou lama);
ii. **Indústria de água engarrafada**: Refere-se ao mercado de água para alimentos, especialmente diferenciado e regulamentado, e ao consumo de águas minerais naturais, águas de nascente, águas de mesa etc., acondicionadas e vendidas aos consumidores;
iii. **Geotérmica**: Refere-se à energia geotérmica, ligada à exploração e ao aproveitamento do calor geotérmico produzido pela água termal para uso direto e produção de energia eléctrica.

A água compreende cerca de 60% do peso da pele, e o estrato córneo é relativamente seco, contendo 15% a 40% de água. O intercâmbio de água entre o estrato córneo e o meio ambiente é uma importante função da pele e um indicador da integridade da barreira do estrato córneo. A perda de água transepidérmica, uma medida desse intercâmbio, é útil para avaliar o estado de barreira da pele. Em algumas afecções dermatológicas e com o processo do envelhecimento, o complexo que forma a camada lipídica de barreira pode alterar-se, o que contribui para o ressecamento e a coceira observados nessas condições. Convém mencionar ainda que a água desempenha papel importante no tratamento dermatológico, através da hidratação, da higienização e como veículo para princípios ativos (Nunes; Tamura, 2012).

Segundo Nunes (2022), a água é regulada pelos estados brasileiros, especialmente as de origem subterrânea. No caso destas, para sua captação, exige-se instrumento de outorga, conforme legislação estadual pertinente. De mesma origem subterrânea, a água mineral é classificada como minério e encontra-se submetida à Agência Nacional de Mineração, portanto é regulamentada por legislação específica (Código de Águas Minerais, Decreto-Lei nº 7.841/1945).

Conforme a Agência Nacional de Águas (2012), o país possui uma distribuição desigual dos recursos hídricos, sendo que 80% da disponibilidade hídrica concentra-se na Região Hidrográfica Amazônica, que tem o menor contingente populacional. Segundo Portugal Júnior, Reydon e Portugal (2015), nas regiões mais povoadas, já ocorrem situações graves, por exemplo:

I. Nos rios da região Nordeste, onde há criticidade quantitativa dada a baixa disponibilidade hídrica para atender à demanda;
II. Na região Sul, pela alta demanda para irrigação; e
III. Nas regiões metropolitanas do Sul e do Sudeste que apresentam criticidade quali-quantitativa, tendo em vista a alta demanda e a grande quantidade de carga orgânica lançada nos rios.

Goiás destaca-se como tendo o maior número de áreas produtoras de águas minerais e potáveis de mesa, as quais podem ocorrer nas variedades fluoretadas, radioativas, alcavariedades fluoretadas, radioativas, alcalino-bicarbonatadas, litinadas, cloretadas, bicarbonatadas, magnesianas, termais/hipotermais e oligominerais. As águas minerais e potáveis de mesa são obtidas de fontes naturais ou por extração de águas subterrâneas.

Caracterizam-se pelo conteúdo definido e constante de sais minerais e outros constituintes, considerando-se as flutuações naturais (Assirati, 2020).

9.1 Água mineral

Conforme o Código de Águas Minerais (Brasil, 1945), as águas minerais podem ser definidas como aquelas provenientes de fontes naturais ou artificialmente captadas e que possuam composição química ou propriedades físicas ou físico-químicas distintas das águas comuns, com características que lhes confiram uma ação medicamentosa.

O Código de Águas Minerais regulamentou o Decreto-Lei nº 227/1967 junto aos Regulamentos Técnicos da ANVISA RDC nº 274/2005, para envase, e RDC nº 275/2005, para características microbiológicas. Igualmente, o código trouxe regulamentações na gestão do aproveitamento comercial das fontes de águas minerais que podem ser remetidas a um contexto único e exclusivo, em se tratando de águas minerais com garantia de qualidade para o consumo humano e promoção de saúde (Nunes, 2022).

As águas minerais são ricas em minerais, sais e elementos que fortalecem o organismo. A classificação europeia de águas minerais demonstra os níveis de presença de micronutrientes importantes para promoção da saúde. A água mineral sulfurosa, com predominância do elemento enxofre, tem auxiliado pessoas com problemas reumáticos e outras variedades de infecções e dermatites. Ainda existem as águas minerais que possuem em sua composição elementos radioativos, também importantes em atividades terapêuticas, especialmente nos tratamentos em pacientes com problemas renais e possibilitando a melhoria do funcionamento digestivo (Nunes, 2022).

A água purificada adicionada de sais tem seu conceito legal determinado pela Resolução nº 309, de 16 de julho de 1999, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Trata-se de produto elaborado artificialmente com água potável (a partir de qualquer captação, como abastecimento público, poço artesiano, entre outros), adicionada de sais de uso permitido, podendo ser gaseificada com dióxido de carbono de padrão alimentício à pressão não inferior a 0,5 atm a 20 ºC. Os sais de uso permitido são: o bicarbonato de cálcio, de magnésio, de potássio, de sódio; o carbonato de cálcio, de magnésio, de potássio, de sódio; o cloreto de cálcio, de magnésio, de potássio, de sódio; entre outros. As águas adicionadas de sais são protegidas por um sistema de múltiplas barreiras que podem incluir, opcionalmente, etapas como tratamento por coagulação/floculação,



desinfecção, filtração (através de filtros de areia ou celulósicos), osmose reversa, passagem por carvão ativado (para eliminação de produtos que dão gosto à água, como o cloro) e deionização (para águas sem gás) (Gorini, 2000).

As águas minero-medicinais são definidas por Mourão (1992) como sendo soluções complexas energéticas, com conteúdo coloidal inorgânico, evidente atividade iônica, grande quantidade de componentes químicos, muitos deles em baixa concentração, porém não menos ativos, e toda uma série de propriedades físicas, físico-químicas e biológicas.

A água mineral é classificada por critérios químicos, pela presença (ou não) de gases e pela sua temperatura, de acordo com a sua fonte. Conforme os gases presentes, ela pode ser classificada em radioativa, toriativa ou sulfurosa. Em relação à temperatura, pode ser fria (inferior à 25 °C), hipotermal (entre 25 e 33 °C), mesotermal (entre 33 e 36 °C), isotermal (entre 36 e 38 °C) ou hipertermal (acima de 38 °C). Além dessas classificações, pode ser subdividida de acordo com o teor de minerais, pureza e pH (Machado *et al*., 2021).

De acordo com Porowski (2018), a água mineral natural caracteriza-se por apresentar as seguintes características:

- Teor de certos sais minerais, suas proporções relativas e a presença de oligoelementos ou outros constituintes;
- É obtida diretamente de fontes naturais ou perfuradas em estratos subterrâneos de água, para os quais todas as precauções possíveis devem ser tomadas dentro dos perímetros protegidos para evitar qualquer poluição ou influência externa nas qualidades químicas e físicas da água mineral natural;
- Apresenta constância de composição e estabilidade de descarga e temperatura;
- É coletada em condições que garantem a pureza microbiológica original e a composição química dos componentes essenciais;
- É acondicionada próxima ao ponto de emergência da fonte com particulares precauções de higiene;
- Não é submetida a nenhum tratamento diferente dos permitidos por normas específicas;
- Os tratamentos permitidos, geralmente, incluem a separação de constituintes instáveis, como compostos contendo ferro, manganês, enxofre ou arsênico (por decantação e/ou filtração).

Mundialmente, as bebidas não alcoólicas prontas para consumo (incluindo água, refrigerantes, café, sucos, isotônicos, bebidas à base de frutas, chá, leite, entre outras) respondem por cerca de metade do volume do mercado total. Ademais, a água engarrafada encontra-se entre as três bebidas mais consumidas, após refrigerantes e leite, tendo sido a categoria que mais cresceu na década de 90 (Gorini, 2000).

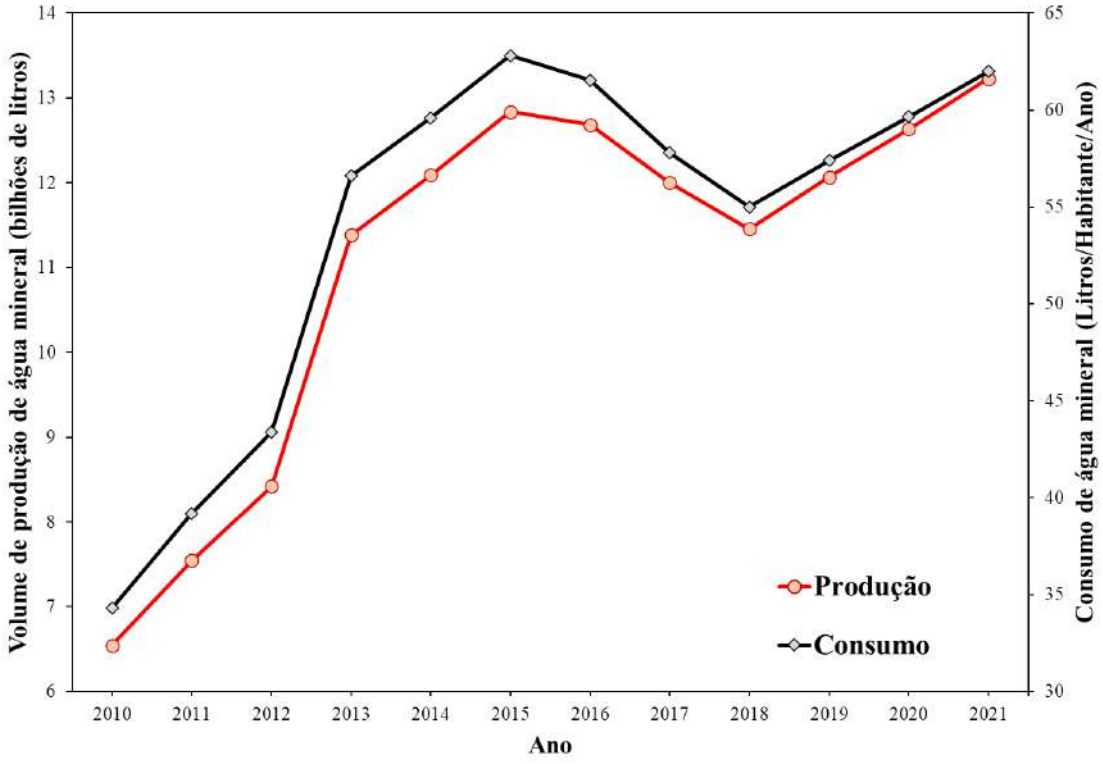
Segundo Gorini (2000), existem duas segmentações claras da indústria de água envasada: fabricantes que atuam com elevados volumes operam geralmente com embalagens retornáveis de galões e a distribuição para supermercados, destinada ao mercado residencial, que utiliza embalagens não retornáveis. Esse tipo de água é vendido como uma alternativa à água de torneira (em inglês, *tap water*).

A água é regulada pelos estados brasileiros, especialmente as de origem subterrânea, que, para serem captadas, necessitam de um instrumento de outorga, conforme legislação estadual pertinente. A água mineral é classificada como minério e encontra-se submetida à Agência Nacional de Mineração (ANM) (Nunes, 2022). Por lavra de uma fonte de água mineral, termal, gasosa, potável de mesa ou destinada a fins balneários, entendem-se todos os trabalhos e atividades de captação, condução, distribuição e aproveitamento das águas, sendo solicitada ao ministro das Minas e Energia. No requerimento, constará, entre outros elementos, o certificado de análise química, físico-química e bacteriológica da água, firmado pelo órgão técnico do DNPM, e a certidão da aprovação do seu relatório de pesquisa. Só será permitida a exploração comercial de água (mineral, termal, gasosa, potável de mesa ou destinada a fins balneários) quando previamente analisada no DNPM e após expedição do Decreto de Autorização de Lavra. Cabe destacar que não poderão ser exploradas comercialmente, para quaisquer fins, as fontes sujeitas à influência de águas superficiais e, por conseguinte, suscetíveis de poluição (Gorini, 2000).

No Brasil, a água engarrafada representa a quinta maior categoria de bebidas (em volume), vindo atrás de refrigerantes, leite, cerveja e café solúvel e à frente de sucos (em pó e concentrados) e vinhos. Ao longo da década, vem apresentando as maiores taxas de crescimento entre todas as categorias, com previsão de manter taxas anuais de crescimento da ordem de 10% nos próximos cinco anos. Comparado com outros países, como Itália, França, Estados Unidos, entre outros, o Brasil apresenta ainda um baixo consumo *per capita* nesse setor (Gorini, 2000). Segundo dados da Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas não Alcoólicas (2024), o volume de água mineral no Brasil tem aumentado, com 13.225.921 kL em 2021, 4,7% a mais que no

ano anterior e valor maior que o dobro do produzido em 2010. Em termos de consumo, também houve um aumento significativo, ficando em 62 L/Habitante/Ano em 2021. Dados do site Mordor *Intelligence* (©2024c), indicam que o tamanho do mercado de água engarrafada está estimado em US$ 336,21 bilhões em 2024 e deverá atingir US$ 452,90 bilhões até 2029. A Figura 181 apresenta o volume de água produzido e o consumo brasileiro de 2010 a 2021.

Figura 181 - Volume produzido e consumo de água no Brasil de 2010 a 2021



Fonte: Adaptado de Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas não Alcoólicas (2024).

De acordo com Assirati (2020), em 2017, o Brasil importou 2,02 ML de água mineral, com um valor declarado de US$ 1,10 milhão. Os países de origem foram França (35%), Itália (33%), Noruega (24%), Portugal (6%) e Espanha (1%). Em termos de exportação, foram 658.000 L de água mineral, equivalentes a US$ 176 mil. Os principais países de destino foram Guiana (57%), Estados Unidos da América (12%), Porto Rico (10%), Paraguai (9%) e Chile (7%).

A água engarrafada continua sendo a seção mais lucrativa do mercado de consumo de bebidas, de acordo com a *International Bottled Water Association* (IBWA). Consequentemente, isso está aumentando o mercado de água engarrafada. Os principais

fabricantes e comerciantes do país começaram a posicionar a água funcional como uma alternativa às bebidas carbonatadas e aos sucos de frutas (Mordor Intelligence, ©2024c). A Figura 182 apresenta o mercado mundial de água engarrafada. Observa-se que os países do norte são os maiores consumidores de água mineral engarrafada. O Brasil, bem como toda a América Latina, apresenta consumo considerado baixo.

Figura 182 - Mercado mundial de água engarrafada em 2021



Fonte: Mordor Intelligence (©2024c).

Dados do Sumário Mineral Brasileiro 2018 (Assirati, 2020) indicam que, em 2017, os estados que declararam maior produção de água envasada foram: São Paulo (20,8%), Pernambuco (9,3%), Bahia (7,0%), Ceará (6,5%), Rio Grande do Norte (6,3%) e Minas Gerais (5,1%). Foi declarado um consumo de 2,1 bilhões de litros de água mineral para composição de bebidas, 5,3% a mais que no ano anterior.

No mesmo ano, onze empresas responderam por aproximadamente 30% do volume de água mineral envasada declarado no país. Destacaram-se o Grupo Edson Queiroz, que envasa as marcas Indaiá e Minalba em onze unidades da Federação (SP, BA, CE, PB, PA, PE, SE, DF, GO, MA, AL), com 8,3% da produção declarada; a Coca-Cola/FEMSA, marca Crystal, envasada em SP, AL, GO e RS, com 4,8% da produção declarada; a Danone, marca Bonafont, envasada em SP, MG e RJ, com 3,3% da produção; a Flamin, marca Bioleve, engarrafada em SP com 2,7%; a Nestlé, marcas Nestlé Pureza Vital, Petrópolis e São Lourenço, em SP, RJ e MG, com 2,1% da produção; a baiana Mineração Canaã, que envasa a marca Fresca, com 1,7%; e o grupo pernambucano constituído das empresas J&E, L&R, Torres e Pedrosa e Pedrosa,

também com 2,1% da produção, com as marcas Santa Joana, Cristalina, Serrambi e Lindóia.

Quanto ao uso de água mineral para composição de produtos industrializados, a empresa Heineken, que adquiriu as operações da Brasil Kirin em fevereiro de 2017, destacou-se com 62,7% do uso declarado em sete unidades da Federação (BA, PE, PA, SP, RS, MA e GO). Ela é seguida pelo Grupo Edson Queiroz, com 17,0%; Flamin, com 6,9%; e Dias D'Ávila, com 5,0% do consumo declarado. Os balneários declararam uso de 82,2 bilhões de litros de água mineral em 83 concessões, distribuídas pelos estados de Goiás (com 92,7% do volume utilizado declarado), Santa Catarina (2,5%), São Paulo (2,0%), Mato Grosso do Sul (1,4%), Paraná (1,3%) e Rio Grande do Sul e Pernambuco (com menos de 1% cada) (Assirati, 2020).

Na base de dados Sigmine/ANM de abril de 2024, existiam processos ativos para água mineral (4.668 processos, o equivalente a 1,99% de toda a base de dados), água potável de mesa (81), água termomineral (67), água mineral radioativa na fonte (3), água mineral alcalina bicarbonatada (2), água mineral carbogasosa (2), água mineral alcalina terrosa cálcica (1) e águas oligominerais (1). A Figura 183 apresenta as ocorrências dos processos minerais ativos apenas para água mineral. Percebe-se enorme capilaridade dessa substância mineral em todo o território nacional.

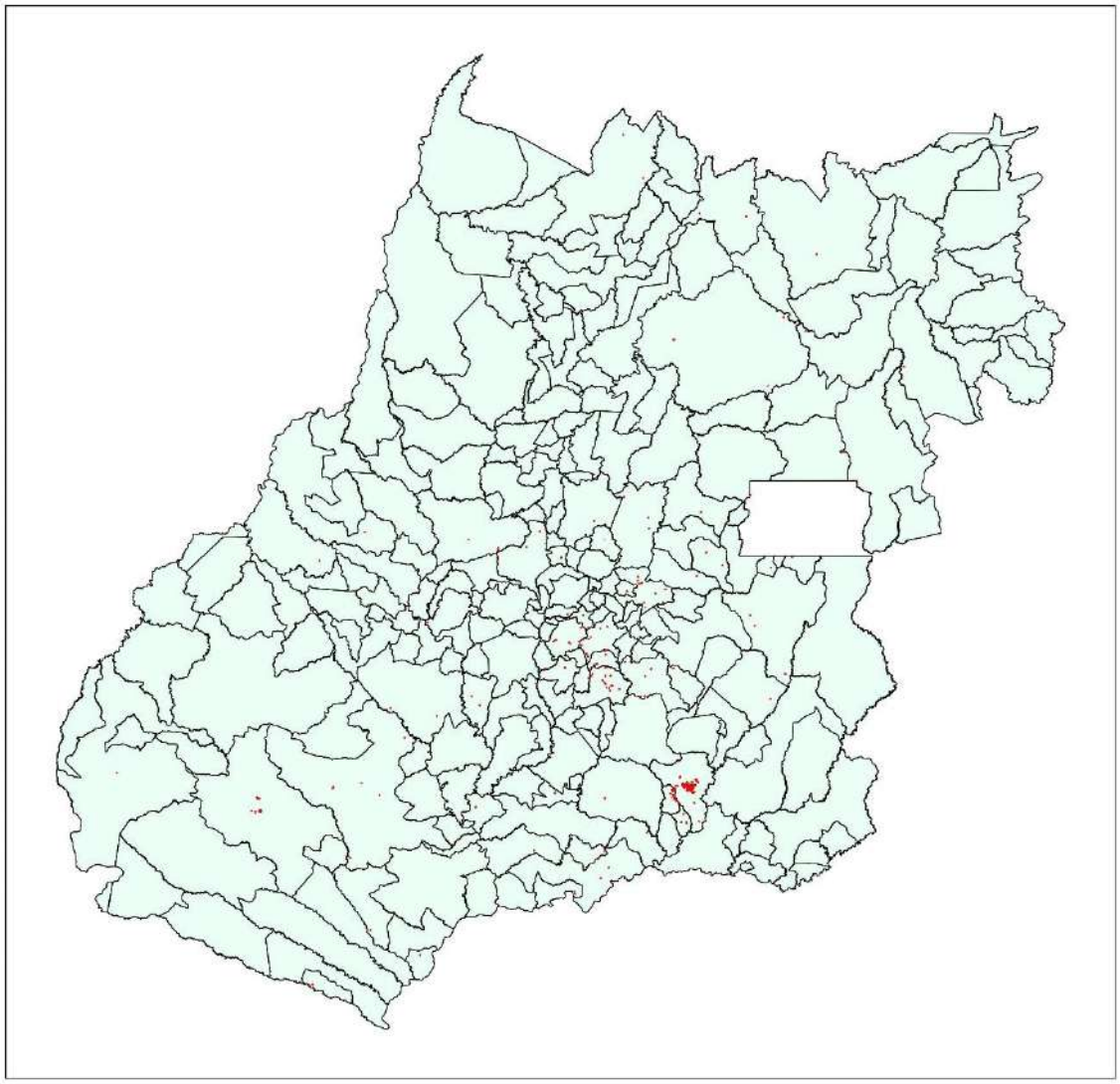
Figura 183 - Ocorrências de processos minerais ativos para água mineral



Fonte: Autoria própria.

As Figuras 184, 185 e 186 apresentam respectivamente as ocorrências de processos minerais ativos para água mineral, água potável de mesa e água termomineral no estado de Goiás. Foram encontrados 288 processos (equivalente a 2,06% de todos os processos para o estado de Goiás) para água mineral, 67 (0,48%) processos para água termomineral e 11 (0,08%) para água potável de mesa.

Figura 184 - Ocorrências de processos minerais ativos para água mineral no estado de Goiás



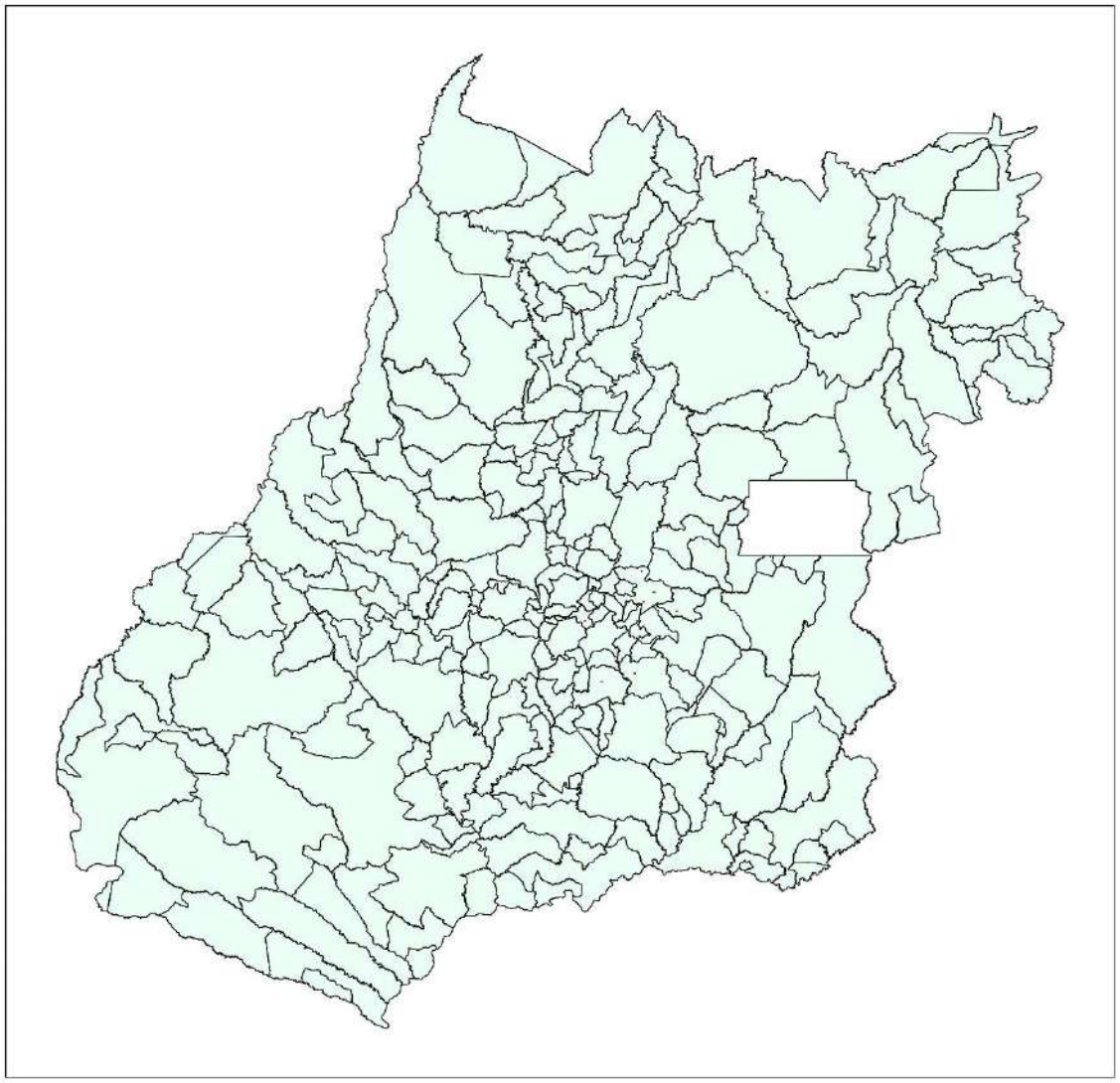
Fonte: Autoria própria.

Os processos ativos para água mineral somados requereram uma área de 9.997,65 ha (0,03% da área do estado de Goiás), com uso declarado para engarrafamento (99 processos), balneoterapia (42), uso industrial (23) e não informado (124). Tais processos foram protocolados por 218 titulares diferentes. Vê-se, na Figura 184, a concentração de processos no município de Caldas Novas. A Figura 187 apresenta os processos minerais ativos em função de sua fase para água mineral em Goiás.

Os onze processos ativos em Goiás para água potável de mesa, todos com diferentes titularidades, somados requereram uma área de 415,60 ha em sete municípios goianos, sendo eles Colinas do Sul, Anápolis, Silvânia, Corumbá de Goiás, Goianira, Hidrolândia e Bela Vista de Goiás (Figura 185). Os usos declarados foram: engarrafamento (4 processos), uso industrial (3) e não informado (4). No tocante às

fases dos processos, 8 se encontravam em concessão de lavra, 2 em autorização de pesquisa e um apto para disponibilidade.

Figura 185 - Ocorrências de processos minerais ativos para água potável de mesa no estado de Goiás



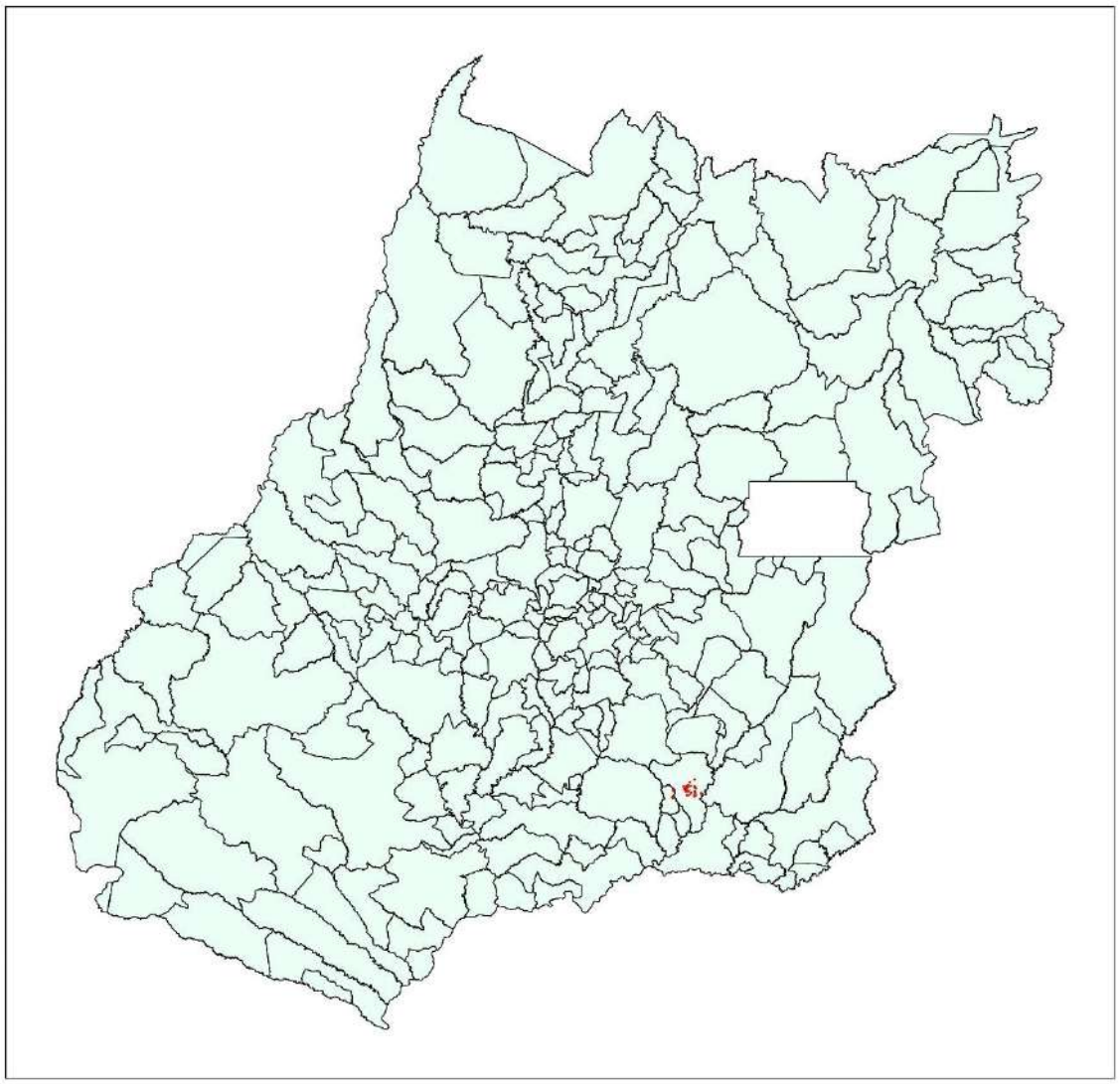
Fonte: Autoria própria.

Segundo Nunes e Tamura (2012), o termo a água mineral termal (ou água termomineral, conforme consta na base de dados Sigmine/ANM) foi introduzido pela indústria francesa de cosméticos como substância dotada de efeitos biológicos, justificando seu uso em várias afecções dermatológicas. As águas minerais, termais ou não, disponíveis no mercado brasileiro apresentam diferentes características físico-químicas, como pH, quantidade de oligoelementos (água leve ou pesada) e composição (cada mineral

apresenta efeitos biológicos diferentes). Todos esses fatores são fundamentais e devem ser levados em consideração conforme o objetivo clínico desejado.

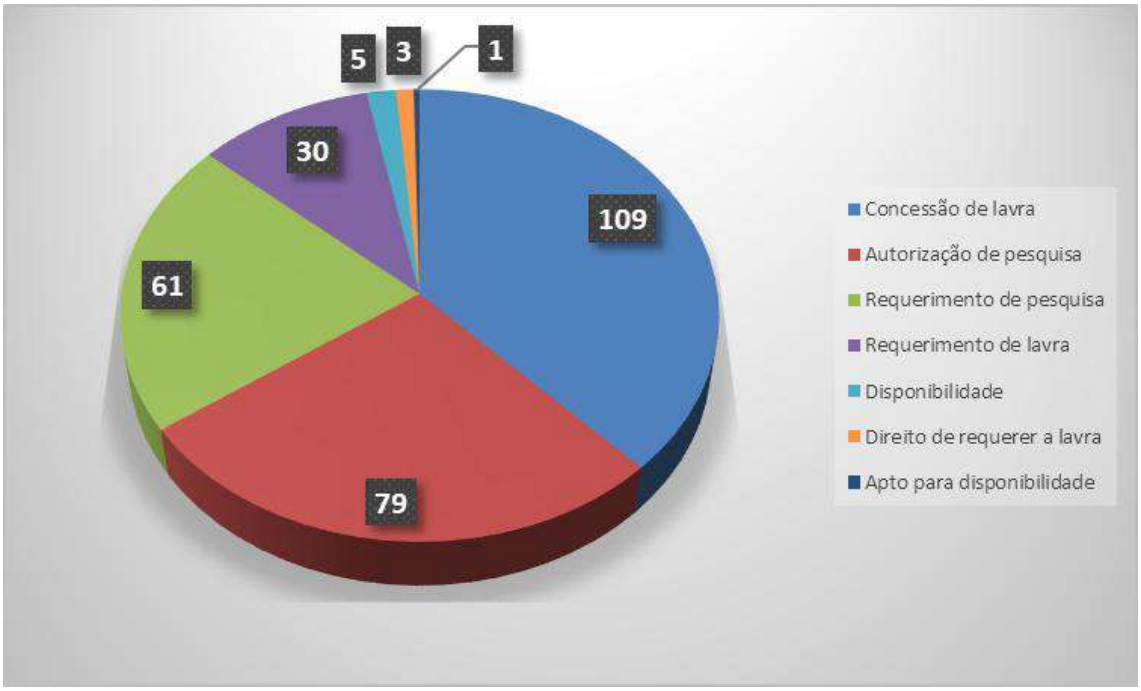
Os 67 processos ativos em Goiás para água termomineral, requeridos por 36 titulares, somados requereram uma área de 2.476,46 ha (0,01%) em apenas dois municípios goianos: Caldas Novas e Rio Quente (porém a maioria dos processos está concentrada no primeiro) (Figura 186). Cabe notar que o uso da substância mineral não foi declarado em nenhum dos processos. Para além disso, todos os 67 processos se encontravam em fase de requerimento de pesquisa na base de dados de abril de 2024.

Figura 186 - Ocorrências de processos minerais ativos para água termomineral no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

Figura 187 - Processos minerais ativos em função de sua fase para água mineral em Goiá



Fonte: Autoria própria.

9.2 Águas termais

Em termos de balneabilidade, a cidade de cidade de Caldas Novas em Goiás possui o maior complexo de águas termais do planeta não associado a vulcanismo ou outros tipos de magmatismo. Seu controle estrutural permite que as fraturas sejam amplas e profundas o suficiente para que as águas atinjam 1000 m de profundidade. Essas águas são extraídas principalmente por poços profundos, provenientes da exploração do Paranoá e Sistemas Aquíferos Araxá, emergindo em temperaturas superiores a 59 °C. Com a crescente demanda por recursos hídricos, a exploração de águas subterrâneas tornou-se uma alternativa atraente para o abastecimento público, devido à sua abundância, qualidade e baixo custo de captação.

Devido ao crescimento populacional da cidade de Caldas Novas/GO nas últimas décadas, bem como ao crescente número de turistas e do consumo de águas subterrâneas houve uma expressiva redução dos níveis de água subterrâneas. Para sobreviver, esses reservatórios dependem da infiltração de águas pluviais e de taxas para reabastecer as fontes termais; porém, a falta de gestão ambiental e o alto risco de contaminação, devido à finura dos materiais não consolidados, pode ameaçar o aquífero térmico (Lunardi; Bonotto, 2018). Essas águas contêm ainda baixos níveis de minerais e, por isso, são classificadas como oligominerais. O seu pobre conteúdo mineral está

diretamente relacionado com os tipos de composição rochosa daquela área, como quartzitos e xistos. Apesar do baixo teor salino, essas águas apresentam comprovados benefícios terapêuticos relacionados ao seu calor e à emanação de gases (Teixeira *et al*., 1986 *apud* Lunardi; Bonotto, 2018).

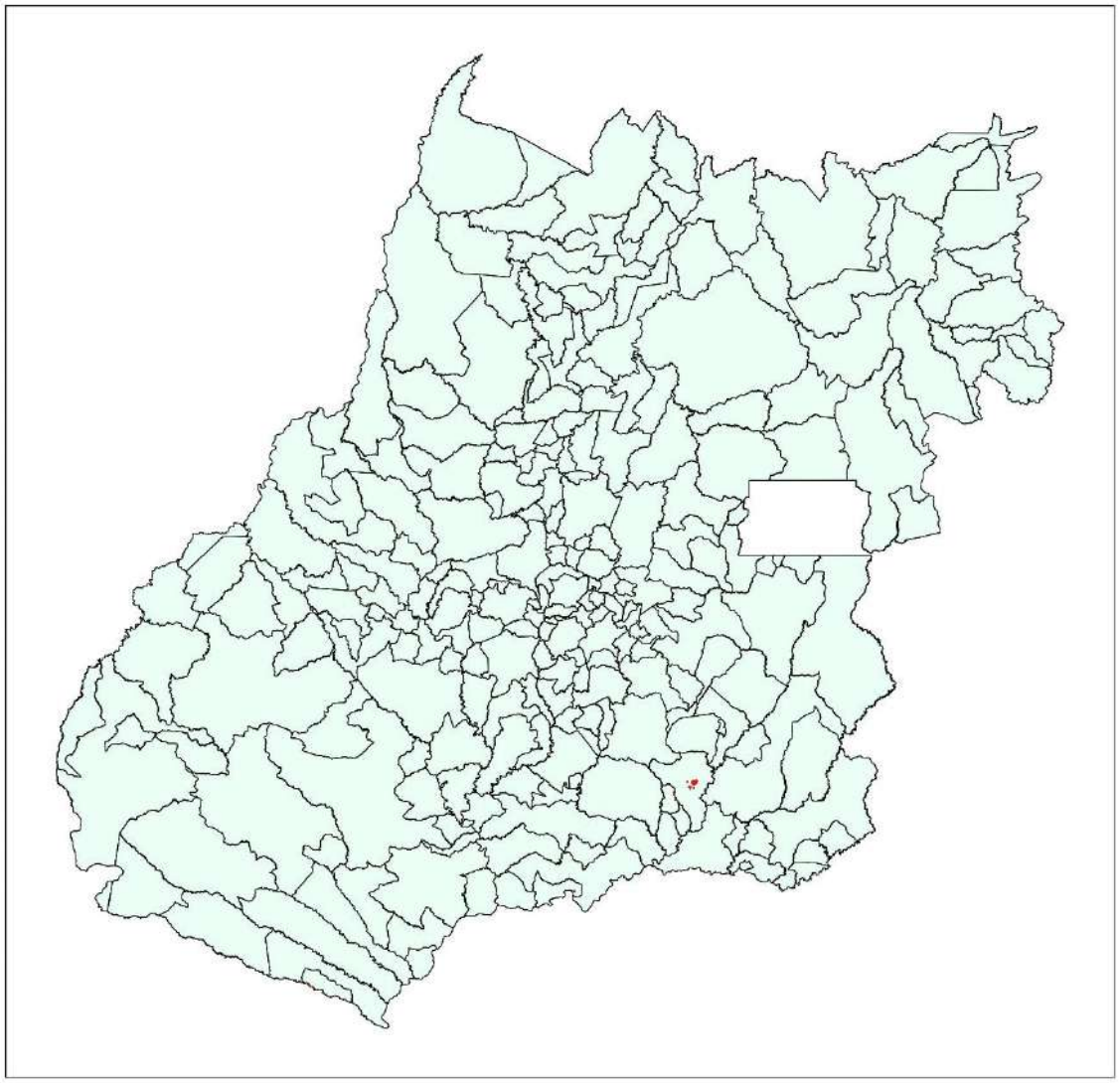
Foram localizadas 27 ocorrências para a substância mineral águas termais na base de dados Sigmine/ANM de abril de 2024, o que correspondia a 0,01% de toda a base de dados. A importância dessa substância para Goiás fica evidente quando se considera que, desse total, 18 processos (equivalentes a 0,13% de todos os processos goianos) estão concentrados no município de Caldas Novas. Requeridos por quinze titulares diferentes, os processos somam uma área requerida de 1.264,89 ha. A Figura 190 apresenta os processos minerais ativos em função de sua fase para águas termais em Goiás. Percebe-se que metade dos processos já se encontra em concessão de lavra.

Figura 188 - Ocorrências de processos minerais ativos para águas termais



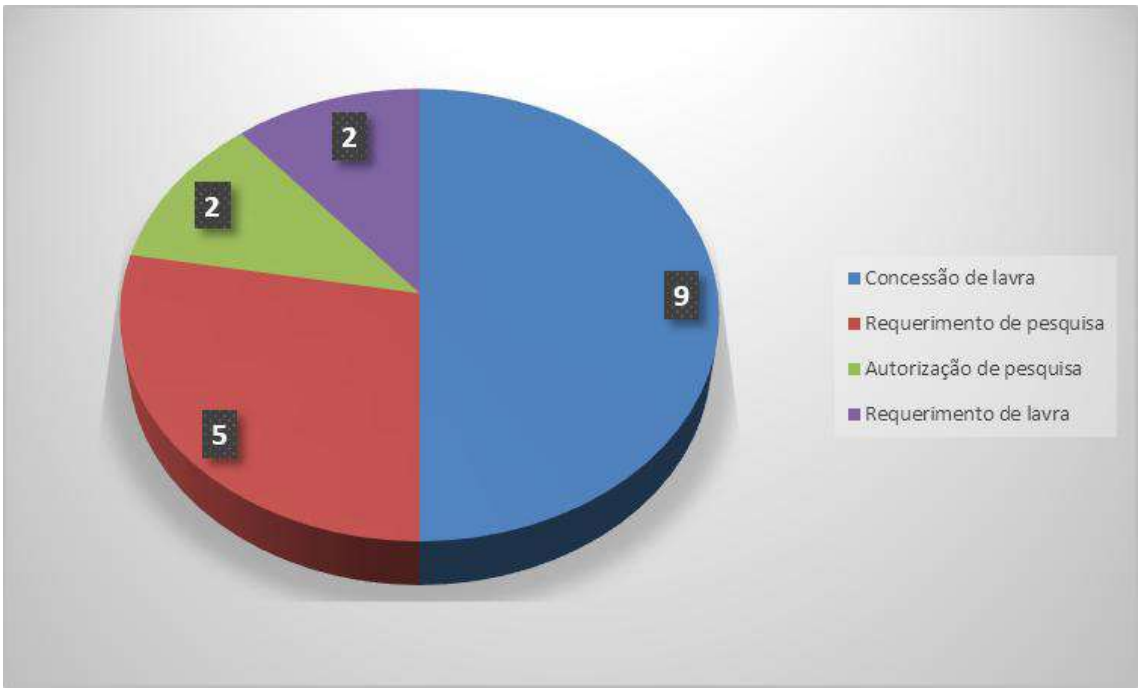
Fonte: Autoria própria.

Figura 189 - Ocorrências de processos minerais ativos para águas termais no estado de Goiás



Fonte: Autoria própria.

Figura 190 - Processos minerais ativos em função de sua fase para águas termais em Goiás



Fonte: Autoria própria.

10 SUBSTÂNCIAS MINERAIS RELEVANTES PARA O AGRONEGÓCIO

O Brasil é um importante produtor mundial de grãos (arroz, cevada, soja, milho e trigo), ocupando a 4ª posição, atrás apenas de China, Estados Unidos e Índia. É responsável por 7,8% da produção total mundial, sendo o segundo maior exportador de grãos (19%). Contudo, há uma demanda por solos bem nutridos para que se alcancem a produtividade e a qualidade desejadas. Dessa forma, o uso de fertilizantes é imprescindível para manter e ampliar a produtividade agrícola do país.

Segundo Zonta, Stafanato, Pereira (2021), os solos brasileiros, de clima tropical, são caracterizados por apresentarem baixos teores disponíveis de nutrientes essenciais para o desenvolvimento vegetal e elevada acidez. Assim, há necessidade de se construir a fertilidade química desses solos, mediante o uso eficiente de fertilizantes e de corretivos e de práticas agrícolas que visem preservar os atributos químicos, físicos e biológicos do solo. Assim se aumentam os teores de matéria orgânica, fundamental para a melhoria da fertilidade.

10.1 Substância minerais usadas em fertilizantes químicos

Os fertilizantes são substâncias aplicadas no solo que têm como objetivo fornecer nutrientes para o desenvolvimento das plantas, aumentando a produtividade e a qualidade dos produtos. De acordo com a Instrução Normativa nº 05/2007, do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), os fertilizantes minerais são classificados como:

i. **Fertilizante mineral simples**: Produto formado, fundamentalmente, por um composto químico, contendo um ou mais nutrientes de plantas;
ii. **Fertilizante mineral complexo**: Produto formado de dois ou mais compostos químicos, resultante da reação química de seus componentes, contendo dois ou mais nutrientes; e
iii. **Fertilizante mineral misto**: Produto resultante da mistura física de dois ou mais fertilizantes simples, complexos ou ambos (Brasil, 2007).

O Brasil é o quarto maior consumidor mundial de fertilizantes ficando atrás apenas da China, Índia e dos Estados Unidos. O principal macronutriente demandado pelo país é o potássio (38%), seguido por fósforo (33%) e nitrogênio (29%). Em vista de sua

importância e da baixa produção de tais bens minerais, o governo brasileiro criou o Plano Nacional de Fertilizantes, visando fortalecer políticas de incremento da competitividade da produção e da distribuição de fertilizantes no Brasil de forma sustentável.

Esse plano tem por objetivo ordenar as ações públicas e privadas para: ampliar a produção competitiva de fertilizantes (abrangendo adubos, corretivos e condicionadores) no Brasil; diminuir a dependência externa tecnológica e de fornecimento, mitigando os impactos de possíveis crises; e ampliar a competitividade do agronegócio brasileiro no mercado internacional, respeitando as regulamentações ambientais (Brasil, 2021b).

10.1.1 Fósforo

A rocha fosfática representa um recurso vital fundamental para a humanidade, uma vez que é uma das principais fontes de fósforo (P). Esse elemento, junto ao potássio (K) e ao nitrogênio (N), integra o grupo dos chamados “macronutrientes primários”, os quais são indispensáveis para o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Além disso, o P também é um nutriente importante na alimentação animal, uma vez que participa dos processos de renovação celular.

A rocha fosfática também é utilizada nas indústrias de detergentes e alimentícia. A apatita ($Ca_5(F,Cl,OH)(PO_4)_3$) é um mineral-minério de fósforo (com teor de P_2O_5 variando entre 5 e 15%) e se encontra quase sempre presente nas rochas carbonatíticas. A crescente preocupação mundial com a produção de alimentos, necessária para atender ao crescimento populacional, tem mostrado que há um aumento real da demanda de P, sendo necessário otimizar os seus processos de extração, beneficiamento e recuperação, além de reduzir os custos atrelados ao processo (Silva, 2018). As reservas brasileiras de fosfato são da ordem de 4.315.000 Mt, o que significa apenas 0,5% do total global.

Os fertilizantes básicos podem ser assim relacionados: MAP ou fosfato de monoamônio (com teor de P_2O_5 de 48%); DAP ou fosfato de diamônio (com teor de P_2O_5 de 45%); SSP ou superfosfato simples; TSP ou superfosfato triplo, termofosfato (misturas); fosfato natural parcialmente acidulado (rocha fosfática com ácido sulfúrico); ureia; nitrato de amônio; nitrocálcio (mistura de nitrato de amônio com pó calcário); sulfato de amônio e cloreto de potássio. A partir dos fertilizantes básicos, são produzidas as

misturas e/ou os produtos granulados de formulação N:P:K ($N:P_2O_5:K_2O$) (Brasil, 2020).

A rocha fosfática não pode ser substituída e nem reciclada na agricultura, de forma que sua demanda necessita de ser atendida através da mineração, do beneficiamento e do processamento químico de materiais derivados. Os Estados Unidos são o maior produtor mundial (30%) e consumidor de rocha fosfática, além de serem o líder na produção e na exportação de fertilizantes. De acordo com dados da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), o Brasil registrou um recorde na importação de fertilizantes em janeiro de 2024, com 15% a mais do que no mesmo período do ano anterior. Países importantes na produção de fosfato são o Marrocos, a China e a Rússia. A maioria das reservas mundiais de rocha fosfática está localizada no Marrocos, incluindo o Saara Ocidental. Outros grandes detentores de reservas de rocha fosfática são o Iraque, a China, a Argélia, a Síria, a Jordânia, a África do Sul, os EUA e a Rússia.

Em função da crescente demanda mundial por fosfato, vários países produtores têm estabelecido medidas a fim de restringir a exportação desse bem mineral, visando garantir suas próprias necessidades no futuro. A China, por exemplo, impôs uma tarifa de 135% em 2008 para desencorajar exportações e proteger suprimentos domésticos. De acordo com dados da Associação Nacional para a Difusão de Adubos (ANDA), mais de 70% dos fertilizantes usados na agricultura brasileira são importados, sendo as maiores dependências externas do país o cloreto de potássio (95%), o nitrogênio (80%) e o fosfato (60%) (Associação Nacional para Difusão de Adubos, 2024; Brasil, 2024b; Sis; Chander, 2003; Ridder *et al*., 2012;).

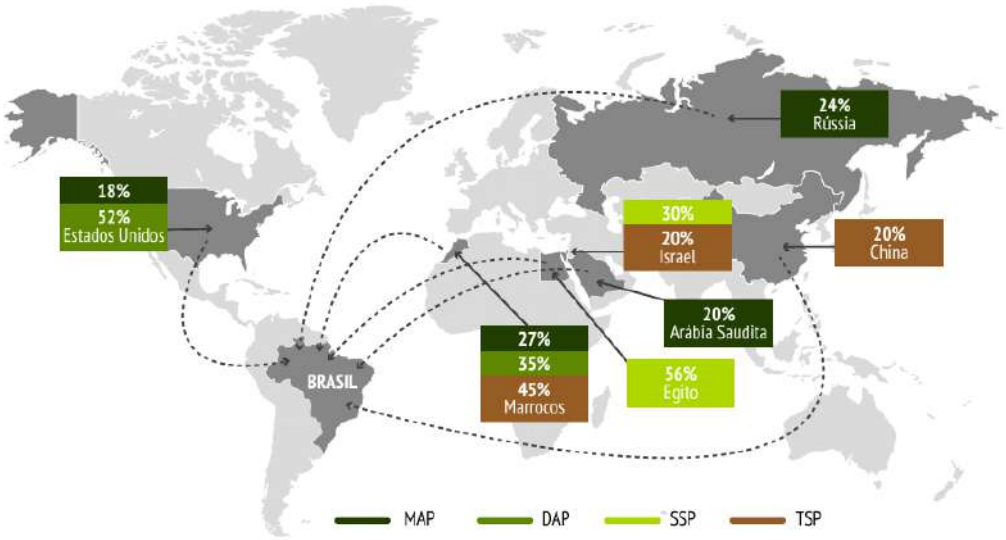
Com relação aos depósitos de fosfato, os mesmos podem ser divididos em: sedimentares, ígneos e biogenéticos, sendo os dois primeiros os mais importantes do ponto de vista econômico. Os depósitos biogenéticos, segundo Ridder *et al*. (2012), são concentrações orgânicas nitrogenadas, originadas pelos dejetos de aves, e se constituem de menor importância econômica. Os minérios de fosfatos originados de sedimentos marinhos estão localizados nos Estados Unidos, sudeste do México, Marrocos e Noroeste do Saara e Oriente Médio. Já os minérios de fosfatos originários de depósitos ígneos estão presentes em países como África do Sul, Rússia, Finlândia e Brasil, entre outros.

No Brasil, cerca de 80% das reservas fosfáticas, são de origem ígnea com presença acentuada de rocha carbonatítica e de minerais micáceos com baixo teor, sendo expresso em termos de porcentagem de P_2O_5. Os principais depósitos brasileiros de

rocha fosfática são: Araxá/MG, Catalão I/GO, Jacupiranga/SP e Tapira/MG (Silva, 2018). Os fosfatos são empregados nos setores agrícola, químico, alimentício (incluindo bebidas) e de nutrição animal. A Figura 191 apresenta os principais fornecedores de fertilizantes fosfatados para o Brasil em 2018.

Em função da alta complexidade dos minérios fosfáticos brasileiros, é necessário que sejam submetidos a uma série de etapas a fim de se remover as impurezas associadas (principalmente óxidos de ferro, silicatos, calcita, barita, dolomita, micas, minerais de titânio e vermiculitas) e também a fim de atingir os teores necessários aos processos de produção de fertilizantes. Embora fundamental, Guimarães, Lima e Oliveira (2004) afirmam que o processamento de fosfato, no Brasil, acarreta perdas significativas de fósforo, sendo 15% na lavra, 40% no processamento mineral e entre 2 e 5% no transporte e manuseio do concentrado fosfático.

Figura 191 - Principais locais de origem dos fertilizantes fosfatados importados pelo Brasil em 2018



Fonte: Autoria própria.

Segundo Chaves e Leal Filho (2004), o circuito de processamento mineral da rocha fosfática no Brasil envolve etapas de cominuição (com liberação em torno de 212 μm), separação magnética (para remoção da magnetita) e etapas de flotação. A presença de lamas afeta significativamente a recuperação do fosfato, uma vez que eleva o consumo de reagentes, havendo a necessidade de se realizar deslamagem previamente à flotação. Para a indústria de fertilizantes, o concentrado fosfático deve conter um teor de P_2O_5

maior que 30%; a relação CaO/P_2O_5, menor que 1,6; e o conteúdo de MgO, inferior a 1%.

Na base de dados Sigmine/ANM de abril de 2024, existiam 5.013 processos ativos para fosfato (Figura 192), o equivalente a 2,13% de toda a base de dados, e apenas um processo para rocha fosfática. Nota-se que existiam processos ativos para quase todas as UFs.

Em Goiás existem importantes depósitos de rocha fosfática, localizados nas cidades de Catalão e Ouvidor, atualmente explorados pelas empresas Copebras, da CMOC, e Mosaic. Há, ainda, duas plantas químicas em Catalão que produzem o fertilizante, empregado posteriormente nas formulações dos adubos comercializados para o setor agrícola. Além dos fertilizantes fosfatados, as empresas produzem ácidos sulfúrico, fosfórico e fluossilícico e suplementos alimentares animais.

Foram encontrados 308 processos ativos para fosfato em Goiás, o equivalente a 2,20% de todos os processos goianos ativos. Somados, esses processos foram responsáveis por requerer uma área de 410.374,71 ha (equivalente a 1,21% de todo o estado de Goiás), sendo que 299 processos declararam o uso da substância mineral com fertilizante, três como uso industrial e seis processos não informaram o uso. Os processos supracitados foram requeridos por 115 requerentes diferentes. A Figura 194 apresenta os processos minerais ativos em função de sua fase para fosfato em Goiás.

Figura 192 - Ocorrências de processos minerais ativos para fosfato



Fonte: Autoria própria.