

**Estudos para o
Plano Nacional de Mineração 2050
PNM 2050**

**Caderno 2.
Pesquisa e Produção Mineral**

Volume I

Sumário Executivo – Caderno 2

Os estudos deste caderno têm por objetivo apresentar o diagnóstico da situação atual da mineração brasileira, a avaliação de perspectivas das atividades de pesquisa e produção mineral e análise do correspondente potencial de expansão, bem como propor medidas de estímulo necessárias para assegurar o desenvolvimento sustentável e competitivo da indústria mineral brasileira.

São apresentados, nesta ordem, uma análise da pesquisa mineral brasileira, sinopses de 47 substâncias minerais, uma análise consolidada dos segmentos minerais abordados, análises detalhadas dos mercados internacionais de minério de ferro e ouro, análises detalhadas dos mercados nacionais de argila, calcário e agregados, seguidas de uma análise detalhada dos segmentos da mineração que suprem insumos para a agricultura.

No estudo da Pesquisa Mineral, iniciado com sua visão geral, são abordados os condicionantes e entraves à pesquisa mineral no Brasil, os investimentos no Brasil e em outros países de atividade mineira relevantes no mundo, os instrumentos para estímulo à pesquisa mineral e, por fim, os indicadores do Brasil, assim como os empregados internacionalmente. Em cada seção, são elaboradas análises da situação atual e propostas alternativas para o incentivo à pesquisa mineral no país.

As sinopses dos 47 bens minerais dividem-se em metálicos ferrosos, constituindo as 8 primeiras substâncias, 9 metálicos não-ferrosos, 25 rochas e minerais industriais, 3 classes de gemas, além de carvão e água mineral. Em cada um dos estudos, são apresentadas as evoluções, de 2010 a 2020, das reservas nacionais, da produção, do consumo aparente, das importações e das exportações. Paralelamente, para cada um de tais tópicos, é ainda apresentada a situação do Brasil com respeito a outros países importantes na produção de cada bem mineral, apontando as ameaças, potenciais e oportunidades em cada setor. É ainda feito um levantamento das principais empresas produtoras do bem mineral no Brasil, juntamente com sua geração de empregos, assim como um levantamento dos projetos já anunciados para os próximos anos. Por fim, com base na análise dos dados apresentados e em premissas para o futuro, específicas de cada bem mineral, são feitas projeções de itens selecionados, como reservas, produção e

As sinopses são seguidas de uma análise consolidada, que apresenta conclusões em forma de diagnóstico e apresenta recomendações de medidas que permitam maior desenvolvimento e sustentabilidade do setor mineral brasileiro. Especificamente, são feitas proposições que visam permitir a intensificação do fluxo de descobertas de depósitos minerais, a ampliação de reservas, a melhoria da competitividade, o desenvolvimento de mercados, o aumento de investimentos, a formação de recursos humanos, o desenvolvimento tecnológico, a otimização de potenciais regionais e a sustentabilidade do setor.

As análises detalhadas do ouro e do minério de ferro, além dos dados apresentados nas suas respectivas sinopses, trazem aspectos relevantes do mercado internacional, como evolução de preços, valores de produção, detalhes dos parques produtivo e consumidor no Brasil e ainda análise do nível tecnológico brasileiro e dos potenciais de inovação.

As análises detalhadas dos mercados domésticos de argila, calcário e agregados para a construção civil, trazem dados e considerações sobre preços, consumo e valor da produção mineral, além de fazerem um exame dos polos produtivos de cada bem mineral, considerando aspectos adicionais relacionados a consumo energético, utilização de água e geração de resíduos, juntamente com análise das tecnologias de produção.

A análise detalhada dos segmentos da mineração que suprem insumos para a agricultura faz um exame do Programa Nacional de Fertilizantes, em que além de tratar especificamente de fosfato e potássio, aborda seus fundamentos, objetivos, metas e medidas propostas, para então fazer recomendações específicas em cada tópico.

Sumário

2.1. Pesquisa Mineral.....	7
2.2. Análise Síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira	39
2.2.1.1. Minério de Cromo	39
2.2.1.2. Minério de Ferro	58
2.2.1.3. Minério de Manganês	80
2.2.1.4. Minério de Molibdênio	100
2.2.1.5. Minério de Nióbio	114
2.2.1.6. Minério de Tântalo.....	129
2.2.1.7. Minério de Tungstênio.....	146
2.2.1.8. Minério de Vanádio.....	165
2.2.1.9. Minério de Alumínio (bauxita).....	175
2.2.1.10. Minério de Chumbo	191
2.2.1.11. Minério de Cobre	208
2.2.1.12. Minério de Cobalto	227
2.2.1.13. Minério de Estanho	245
2.2.1.14. Minérios do Grupo da Platina.....	265
2.2.1.15. Minério de Níquel	278
2.2.1.16. Minério de Ouro.....	295
2.2.1.17. Minério de Zinco.....	311
2.2.1.18. Areia Industrial	328

PLANO NACIONAL DE MINERAÇÃO 2050
PNM 2050

2.1. PESQUISA MINERAL

CADERNO 2: Pesquisa e Produção Mineral

2.1. Pesquisa Mineral	8
2.1.1. Introdução e Visão Geral	8
2.1.2. Condicionantes e Entraves à Pesquisa Mineral	10
2.1.2.1 O Papel da CPRM	11
2.1.2.2 Hidrogeologia e hidrologia	14
2.1.2.3 Áreas de restrição e licença ambiental	16
2.1.2.4. Riscos da pesquisa mineral e incentivos	17
2.1.3. Quantitativos da Pesquisa Mineral no Brasil	20
2.1.4. Análise dos investimentos e dos custos da pesquisa mineral no Brasil	23
2.1.4.1. Investimentos em Pesquisa Mineral no Brasil e no Mundo	23
2.1.4.2. Investimentos em Pesquisa Mineral por Substância Mineral	28
2.1.5. Principais instrumentos de estímulo à pesquisa mineral para o Brasil	30
2.1.6. Principais indicadores de pesquisa mineral para o Brasil, utilizados internacionalmente	32

2.1. Pesquisa Mineral

2.1.1. Introdução e Visão Geral

Para se entender a configuração atual dos aspectos institucionais e regulatórios ligados à mineração, é importante um breve histórico que remonta ao início do século XIX, quando foram realizados os primeiros movimentos do governo para o setor.

O primeiro órgão ligado à mineração foi o Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, criado pelo decreto nº 6.323, de 10 de janeiro de 1907, vinculado ao Ministério de Minas e Energia, com a finalidade de estudar a estrutura geológica, a mineralogia e os meios e recursos minerais do território brasileiro. Após a criação do Departamento Nacional de Produção Mineral, em 1934, foi criado o Código de Minas, em 1940, pelo Decreto-lei nº 1.985, de 29 de março de 1940, para regular as atividades desde a pesquisa até a extração. O Ministério de Minas e Energia (MME) foi criado em 1960, pois antes disso, os assuntos de minas e energia eram de competência do Ministério da Agricultura. Como resultado de sua criação, foram elaborados o Plano Mestre Decenal de 1965, o Código de Mineração de 1967 e o Regulamento de 1968.

Com o Decreto-Lei n. 764, de 15 de agosto de 1969, foi autorizada a constituição da sociedade por ações da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). No art. 4º de tal decreto é detalhado o objeto da CPRM:

- I - Estimular o descobrimento e intensificar o aproveitamento dos recursos minerais e hídricos do Brasil;
- II - Orientar, incentivar e cooperar com a iniciativa privada na pesquisa e em estudos destinados ao aproveitamento dos recursos minerais e hídricos;
- III - Suplementar a iniciativa privada, em ação estritamente limitada ao campo da pesquisa dos recursos minerais e hídricos;
- IV - Dar apoio administrativo e técnico aos órgãos da administração direta do Ministério das Minas e Energia.

Em outubro de 1970, criou-se o Projeto RADAM - Radar na Amazônia, priorizando a coleta de dados sobre recursos minerais, solos, vegetação, uso da terra e cartografia da Amazônia e áreas adjacentes da região Nordeste. Em junho de 1971 iniciou-se o aerolevantamento. Devido aos bons resultados do projeto, em julho de 1975 o levantamento de radar foi expandido para o restante do território

nacional, visando ao mapeamento integrado dos recursos naturais e passando a ser denominado Projeto RADAMBRASIL.

Em 1990 foi criada a Secretaria de Mineração e Metalurgia, vinculada ao MME; e transformada, em 2004, em Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral (SGM/MME). A SGM é responsável por conduzir estudos e propor ações para o desenvolvimento sustentável da mineração e da transformação mineral, formulando e articulando propostas de planos e programas plurianuais, além de promover e apoiar atividades de pesquisa e aperfeiçoamento de tecnologias nos campos da geologia e da indústria mineral. Já em 2018 é publicado o Decreto nº 9.587 (28/11/2018), que cria a Agência Nacional de Mineração - ANM, que substitui o DNPM. É publicado também o Decreto nº 9.406/18, que define no art. 9º, § 4º: a nova classificação de recursos e reservas, com base em padrões internacionalmente aceitos.

Diante do texto acima é possível verificar que há um constante avanço no setor e que os fatores institucionais e regulatórios essenciais para o desenvolvimento das geociências e indústria mineral já se encontram constituídos, haja visto que:

- Houve diversas etapas de criação de leis e agências;
- Houve um processo de amadurecimento legislativo, que pode ser visto pelas publicações que fortalecem e esclarecem o robusto Código de Minas de 1940;
- Os agentes governamentais para o desenvolvimento sustentável e competitivo do setor foram criados (MME, SGM, ANM e CPRM).

O Brasil possui formações geológicas de rochas que datam desde o arqueano até o período quaternário, com alto potencial geomineiro, evidenciando a necessidade de intensificar a geração e difusão de informações necessárias para a atração de investimentos em pesquisa mineral. O faturamento do setor teve um grande crescimento nos últimos anos, passando de R\$110 bilhões em 2018 a R\$ 339 bilhões em 2021, sendo R\$ 153 bilhões e R\$ 209 bilhões em 2019 e 2020, respectivamente. Desta forma, existe a necessidade ações estratégicas, incluindo geração de dados integrados, para suportar a pesquisa mineral e a padronização das informações.

Outro aspecto fundamental é a regência do setor pelas necessidades do mercado, já que a viabilidade está diretamente ligada ao conhecimento e à tecnologia para explorar o recurso, assim como à demanda pela substância mineral.

2.1.2. Condicionantes e Entraves à Pesquisa Mineral

O Brasil é um importante ator mundial para diversas substâncias minerais, como minério de ferro, bauxita, manganês, nióbio, ouro e cobre, entre outros. Porém, seu verdadeiro potencial ainda não pôde ser mensurado. Embora exista uma grande extensão do território sendo pesquisada, ainda há poucas informações de qualidade disponíveis, referentes aos trabalhos geológicos necessários para uma avaliação precisa do potencial mineral. Então, há uma necessidade de aumento do conhecimento geocientífico, de forma a assegurar a intensificação das atividades de pesquisa mineral e de aproveitamento dos recursos minerais, em benefício do desenvolvimento socioeconômico do país.

Sabe-se que as fases iniciais da pesquisa mineral (prospecção regional e de detalhe, definição e avaliação de alvos) são as fases de maior risco do empreendimento mineiro. Informações iniciais, relativas à geologia (dados geológicos, geofísicos, geoquímicos, estruturais), hidrogeologia e meio ambiente são obtidas por estudos que requerem alto investimento - um risco necessário, para avaliar a viabilidade de projetos minerais. Diante disso, o investidor privado precisa de informações em base de dados públicas, que podem minimizar os gastos da pesquisa e os riscos do investimento, com aumento das possibilidades de sucesso nos empreendimentos minerais.

Havendo um cenário econômico favorável para a pesquisa de dado material, o investidor precisa de informações integradas para a análise de viabilidade, mesmo em fase inicial da pesquisa, uma vez que os parâmetros básicos apresentados podem ser impeditivos da extração. Nesse capítulo serão descritos os status atuais dos dados geocientíficos, de geologia, hidrogeologia, meio ambiente, bem como suas fontes e qualidade, além das interfaces que dificultam o processo de pesquisa. Outros entraves e condicionantes à Pesquisa Mineral incluem questões legais, fontes de investimentos privados, P,D&I, integração das instituições de pesquisa mineral.

2.1.2.1 O Papel da CPRM

Idealmente, a CPRM se consolidará como a fonte de dados primária e suficiente para o início de projetos de pesquisas minerais, oferecendo um banco de dados integrado e georreferenciado, com as informações necessárias, descritas na Tabela 1, para análise inicial de investir ou não na pesquisa de determinada área. Mais do que isso, os dados da CPRM devem ser os guias principais, para criação de planos diretores no setor mineral.

A CPRM possui as Bases de Dados do Sistema GeoSGB, onde se disponibiliza ao público 10 bases de dados relacionadas, sendo estas listadas abaixo, na mesma Tabela 1, como breve descrição do que abordam.

Tabela 1. Bases de dados GeoSGB, disponíveis na CPRM.

Nome da Base	Objeto Cadastrado	Forma Gráfica	Descrição
AFLO	Afloramentos	Ponto	Afloramentos são exposições de rochas na superfície da Terra. Constituem o dado básico da pesquisa geológica, descritos in loco pelo pesquisador.
GEOCRON	Datações Geocronológicas	Ponto	As datações geocronológicas são análises especiais que utilizam os princípios da desintegração radioativa para determinar com precisão a idade do material analisado e, por interpretação, uma estimativa segura da idade de formação da rocha. Cada registro dessa base está relacionado com um registro da base LITO.
GEODIV	Parâmetros Geodiversidade	Polígono	A unidade geodiversidade é uma área na superfície do terreno com um conjunto particular de parâmetros do meio físico, tais como vulnerabilidades e capacidade de suporte à implantação de diversas atividades antrópicas, dependentes dos fatores geológicos.
PETRO	Análises Petrográficas	Ponto	A análise petrográfica é o estudo microscópico de uma rocha (composição e estruturas), feito a partir de uma lâmina delgada. Cada registro desta base está relacionado com um registro da base AFLO.
GEOQ	Análises Geoquímicas	Ponto	São determinações químicas de certos elementos ou substâncias, a partir de vários tipos de materiais coletados no campo (solo, sedimento de corrente, bateia etc.). Visam fornecer ao pesquisador uma visão dos teores locais dos elementos analisados, em relação a valores considerados normais na Terra. A amostragem geoquímica é feita durante projetos de mapeamento geológico, pesquisa mineral, pesquisa geoambiental etc.
LITO	Unidades Litoestratigráficas	Polígono	A unidade litoestratigráfica é o elemento básico do mapa geológico e representa uma área na superfície da Terra onde ocorre um conjunto de rochas de mesma idade, formadas no mesmo evento.

Nome da Base	Objeto Cadastrado	Forma Gráfica	Descrição
PALEO	Ocorrências Fossilíferas	Ponto	A ocorrência fossilífera representa o local de achado de um exemplar fóssil, tanto animal quanto vegetal.
PROJ	Projetos	Polígono	Catálogo dos projetos executados pela CPRM, exceto os aerogeofísicos. Cada projeto representa o estudo de uma área do território nacional, sob diversos aspectos: geologia, potencial mineral etc.
AERO	Projetos de Levantamentos Aerogeofísicos	Polígono	Catálogo dos projetos de levantamentos aerogeofísicos executados pela CPRM e outras instituições. Cada projeto de levantamento aerogeofísico representa o estudo de uma área do território nacional, utilizando sensores aerotransportados para determinar valores de parâmetros magnetométricos, gamaespectrométricos, radiométricos, dentre outros.
RECMIN	Ocorrências Minerais	Ponto	Considera-se ocorrência mineral qualquer afloramento que represente, em si, um bem de interesse econômico (granito, calcário, areia etc.), ou que contenha mineral-minério, ou satélite que possa indicar proximidade de concentração de interesse econômico (sulfetos, óxidos, gemas etc.). A ocorrência pode ser apenas um afloramento, como também uma mina, um depósito, garimpo, dentre outros.

Fonte: <https://geosgb.cprm.gov.br/> (consulta abril 2022)

Um dos fatores que incentivaria o investimento no setor mineral seria a integração e a georreferenciação das bases de dados da CPRM, com as principais variáveis geocientíficas, que impactam a viabilidade de um projeto de pesquisa mineral. Atualmente, as bases ainda não são integradas, como discutido abaixo para o caso dos dados geofísicos, a exemplo do que ocorre também com as demais bases de dados. Ressalte-se que a CPRM está desenvolvendo o BASEGEO, uma plataforma que integrará todos os dados de geologia da CPRM. Também há a Plataforma P3M que busca consolidar todas as informações e conhecimentos requeridos para tomada de decisão de investimentos em projetos de pesquisa e produção mineral.

O projeto REATE, da CPRM em parceria com a ANP, trouxe um avanço na disponibilização dos dados geofísicos, pois além dos dados magnetométricos, inclui dados gravimétricos e sísmicos. Tal sistema possui a divisão dos dados por bacias, o que facilita a localização dos dados, entretanto, uma vez dentro da bacia, há por vezes dezenas de levantamentos, sem acesso prévio do usuário à posição de cada um. Por isso, ao estudar uma bacia, muitas vezes o usuário precisa fazer o download de todos os levantamentos do método de interesse, para então plotar em um mapa e descobrir qual seria o levantamento útil para sua área de estudo. Adicionalmente, a título de registro, note-se que nos bancos de dados citados é necessária a padronização do sistema de coordenadas e *datum*, uma vez que grande parte usa o *datum* SAD69, já em desuso.

Não obstante a disponibilidade de dados geofísicos de todo o Brasil, deve-se ressaltar que se encontram como imagens, que não permitem realizar diretamente análise estatística ou tratamento adicional dos dados (aplicação de filtros geofísicos, por exemplo). Por fim, para a obtenção do mapa de uma grande área, a tarefa de realizar a integração dos dados é altamente especializada, o que implica em dispêndio de tempo e gera custos, talvez evitáveis, na atividade de pesquisa mineral. A continuação do projeto de geração de mapas por estado, por parte da CPRM, neste sentido, é uma iniciativa que se espera estar disponível para todas as unidades federativas. É necessário, ainda, a partir da integração, definir os sistemas minerais e elaborar mapas de prospectividade, favorabilidade e potencialidades das principais províncias minerais brasileiras.

2.1.2.2 Hidrogeologia e hidrologia

As questões hídricas no empreendimento mineiro podem ser vistas sob dois âmbitos, impeditivas ou favoráveis, embora tal questão não tenha relação direta com a fase de pesquisa mineral. A água é fundamental nos empreendimentos para diversos processos, como por exemplo o de concentração mineral. Por mais que uma área apresente teores e tonelagem economicamente viáveis, se para a concentração do material for necessária a utilização de água e houver algum impeditivo para essa utilização o projeto torna-se inviável. Logo, é fundamental o entendimento dessa esfera de conhecimento.

Como ação de curto prazo, há necessidade ainda da inclusão de grande volume de dados na base da CPRM, juntamente com a integração da base

dos levantamentos hidrogeológicos com as demais bases, como mencionado anteriormente. Ainda assim, questões legais têm se revelado dificultadoras, uma vez que as intervenções nos recursos hídricos superficiais ou subterrâneos são regidas por três esferas; federal (Agência Nacional de Águas – ANA); estadual por exemplo, o Instituto Mineiro de Gestão de Águas em Minas Gerais, IGAM, e pelos comitês de Bacias Hidrográficas estaduais.

É importante ressaltar que os dados obtidos na pesquisa hidrológica podem ser úteis na pesquisa mineral. Por exemplo, em relação à questão legal, no âmbito hídrico, devem ser considerados diferentes aspectos. Em primeiro lugar, o uso ou qualquer intervenção em bacias hidrográficas leva à análise da utilização de âmbito federal, a depender da complexidade da demanda, baseado na “Lei das Águas do Brasil, que determina os órgãos responsáveis e instrumentos legais para a gestão dos recursos hídricos, Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos”. Ainda, na pesquisa mineral, os estudos devem levar em consideração os recursos hídricos superficiais e subterrâneos e intervenções em cursos d’água devem ser pedidas junto a órgãos estaduais. Tais questões, pela multiplicidade de instâncias, impactam negativamente no tempo dos projetos, sendo desejáveis ações no sentido de agilizar o processo, reduzindo os prazos de análise pelos órgãos competentes.

A revisão de algumas práticas no âmbito de recursos hídricos também é desejável, para a agilidade da pesquisa mineral e da implantação de novas atividades mineiras. A título de exemplo, na fase de exploração mineral, quando necessária a utilização de água na sondagem, o uso está restrito a tanques de água ou caminhões pipas, podendo gerar custos desnecessários de mobilização e morosidade. Em casos extremos, de necessidade do uso do recurso hídrico local, é preciso fazer solicitações aos órgãos reguladores, que requerem estudos de longo período, com prazos mensais e muitas vezes anuais, que são inviáveis dado o prazo de execução de determinadas pesquisas. Há também implicações na implantação de projetos, quando necessário o uso da água, para utilização direta (captação) ou indireta (interferências por rebaixamento), pela demanda de estudos complexos e relatórios de pesquisa hidrogeológica, que requerem mais de um ciclo hidrológico, e ainda apresentam tempos de análise longos e sem prazo limite. Observe-se aqui que, não só no setor mineral, mas em todos os setores públicos, os prazos para o cidadão são definidos e restritos, enquanto os prazos para as respostas da esfera pública são dilatados e, às vezes,

indefinidos. O impacto desta situação sobre projetos de grande monta, como os do setor mineral, pode levar, em muitos casos, à sua inviabilidade.

2.1.2.3 Áreas de restrição e licença ambiental

A pesquisa mineral deve levar em conta as áreas de restrição, protegidas por lei, onde não é permitida a lavra das riquezas minerais presentes, salvo algumas exceções, onde o órgão ambiental competente pode emitir licença para que eventual empreendimento possa ser instalado.

Dentro dessas determinações de territórios com limitação de mineração, há diferentes tipos de locais e os objetivos que tornam essas áreas restritas também variam. Como exemplos dessas áreas há gasodutos, linhas de transmissão, hidrelétricas, reservas extrativistas, tribos indígenas, cavernas, sítios paleontológicos, restrições do conselho nuclear, sítios arqueológicos, áreas militares, unidades de conservação integral e países limítrofes. Há informações sobre áreas de bloqueio no Sigmine e no GeoSGB. A Plataforma P3M, em fase de desenvolvimento pelo SGB, visa integrar este tipo de informação, dentre outros objetivos.

Uma questão crítica da disponibilidade de dados e as áreas de restrição refere-se às cavidades naturais na mineração. O tema é um desafio para as empresas e profissionais do setor, que devem estar atentos à legislação, visto que, ao depender do grau de relevância dessas estruturas, pode ser inviabilizado o empreendimento mineral.

Quanto à questão ambiental, de maneira mais ampla, as atividades utilizadoras de recursos naturais e potencialmente poluidoras exigem prévio licenciamento ambiental pelo órgão governamental competente. O licenciamento ambiental em três fases (Licença Prévia, Licença de Instalação e Licença de Operação) é exigido para aqueles empreendimentos considerados de grande porte e alto potencial de impacto ambiental, conforme enquadramento estabelecido em legislação específica.

Ainda em fase inicial de pesquisa, é necessária a Licença Prévia (LP), que precisa ser concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento.

É preciso comprovar sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação. Para solicitar a LP, o empreendedor deve elaborar estudos que subsidiem as análises do órgão ambiental, descrevendo detalhadamente as características da atividade, bem como os atributos ambientais do meio físico, biótico e socioeconômico, possibilitando a previsão e propostas de mitigação dos impactos ambientais decorrentes da atividade.

São diversos fatores que podem gerar a inviabilidade do projeto, e para uma análise de risco correta, há necessidade de informações consistentes. Como os dados públicos disponíveis são ainda insuficientes, há necessidade, por parte do empreendedor, de investir na execução dos estudos, o que aumenta os riscos, desestimula, causa morosidade e diminui a possibilidade de sucesso. Conforme sejam implementadas e disponibilizadas bases integradas públicas, que contenham as informações necessárias, o empreendedor terá seus riscos diminuídos, poderá investir menos recursos e assim realizar a pesquisa em menos tempo, podendo gerar um novo projeto mineral no país.

Isto posto, além das atividades tradicionais de pesquisa mineral, focadas em teor, volume e posição, deverão ser adicionadas mais atividades voltadas para as fases de lavra, beneficiamento e destinação de rejeitos, de modo a atender os padrões de ESG atuais e futuros.

2.1.2.4. Riscos da pesquisa mineral e incentivos

A expectativa de maior estabilidade e previsibilidade, na demanda de bens minerais, é um estímulo estratégico ao desenvolvimento de novas áreas de exploração e prospecção. Entretanto, há um grande risco relacionado à baixa densidade de dados geocientíficos.

Diante disso, como mencionado acima, o primeiro incentivo necessário para o crescimento do setor será a disponibilização dos bancos de dados já integrados e georreferenciados, que suportem uma análise do projeto ainda em fase inicial, levando em consideração todos os âmbitos que envolvem a razoável perspectiva de extração econômica. Essa integração dos bancos de dados também será fundamental para o Estado, para fins de construção de estratégias públicas, levando em consideração as diferentes interfaces.

Mesmo que a decisão do investimento em pesquisa mineral seja mantida pelo empreendedor, sendo atendidas as condicionantes intrínsecas, de concentração mineral acima do teor de corte para a substância pesquisada, volume do depósito suficiente para garantia de retorno, distribuição volumétrica do depósito adequada à exploração e qualidade mineral adequada ao processamento, é mantido o risco, como se sabe, de o eventual depósito mineral estudado não se apresentar viável para a extração mineral. Isso pode acontecer por vários motivos adicionais, alguns dos quais listados a seguir:

- Indisponibilidade de tecnologia para acesso econômico aos minerais minério;
- Indisponibilidade de métodos de destinação de rejeitos adequados à região;
- Infraestrutura logística inadequada à implantação da atividade, na escala necessária para sua viabilização.

Todos os fatores considerados, pode-se constatar que os riscos da pesquisa mineral são, em muitos casos, maiores que os da pesquisa tecnológica avançada. A principal motivação para esta visão é que a pesquisa tecnológica avançada, após cada um dos esperados insucessos em seu curso, pode ser redirecionada e ajustada, para a consecução dos objetivos. Por outro lado, a pesquisa mineral, após concluir pela inviabilidade econômica da exploração de um determinado depósito mineral, resulta em perda integral de todo o investimento, que facilmente alcança dezenas de milhões de dólares americanos, principalmente nas atividades de sondagem geológica para estimativa de reserva e amostragem para desenvolvimento de rota de processamento. Se depois de investigadas e desenvolvidas novas rotas de exploração e processamento, com pesquisas geometalúrgicas, ou equivalentes para o caso de não metais, não se chegar a uma alternativa economicamente viável de extração do depósito, a perda, em todas as etapas, é integral.

Tudo isto posto, urge implementar um regime nacional especial para todas as atividades de pesquisa mineral em todo o país, que permita, por exemplo, compensação fiscal, pelo menos parcial, de investimentos em pesquisa mineral e em desenvolvimentos de rotas e novos processos (hoje considerados parte integrante da pesquisa mineral completa). O enquadramento de todas as etapas da pesquisa mineral na Lei do Bem, desde o mapeamento geológico, passando pela sondagem e, por fim, chegando até o desenvolvimento dos produtos finais

do bem mineral explorado, seria um início importante para empreendedores que tenham, naturalmente, já tributos a pagar. Para estímulo a novos entrantes, a aplicação da Lei do Bem a tributos de outros empreendimentos dos investidores, ainda que com restrições, seria o impulsionador ideal para a diversificação do setor. Tal abordagem carece de estudos específicos, focados nos correspondentes mecanismos da Lei do Bem.

Em resumo, os incentivos sugeridos à pesquisa mineral são relacionados à implementação da Lei do Bem, a investimentos em complementação e integração dos bancos de dados nacionais, e, por fim, à agilização dos processos burocráticos nas diversas esferas.

Entende-se por pesquisa mineral as fases que vão da exploração ao desenvolvimento e pré-implantação. Obviamente, há também, a pesquisa mineral para a expansão ou manutenção da jazida, que já é executada concomitantemente com a lavra.

Grupos internacionais, que atuam ou atuaram no Brasil, sinalizam que o investidor internacional, apesar do interesse em investir em prospectos de pesquisa mineral, depara-se com a falta de padronização e desconhecimento, por parte das empresas pequenas e médias nacionais, de padrões internacionalmente aceitos. O que se apresenta como dificuldade para investimento em pesquisa no Brasil.

Por fim, existem as questões de ordem legal, ambiental e minerária, que desestimulam a pesquisa. Estes fatores de ordem legal são agravados pelos prazos, que em muitos casos demandam muito tempo para aprovação.

Para superar os entraves apresentados, algumas ações estratégicas já estão em andamento. A Plataforma P3M e outras iniciativas do SGB favorecerão a identificação de áreas potenciais. Além disso, o cumprimento na íntegra do projeto “Patrimônio Mineral Brasileiro”, publicado no Programa Mineração e Desenvolvimento - PMD 2020-2023, e do Plano estratégico 2021 a 2025, irá ampliar o conhecimento geológico dos recursos minerais brasileiros, conforme as metas do programa.

Iniciativas já em curso mediante decreto 9406/2018 e o acordo de cooperação técnica entre ANM, SGM e SGB, de fevereiro de 2022, deverão propiciar:

- O acompanhamento dos valores investidos em pesquisa mineral, havendo a possibilidade da criação de indicadores e políticas públicas.
- A geração de uma base de dados georreferenciada, com Recursos e Reservas nacionais, apresentando teor e tonelagem, subdivididas em classes, classificadas segundo padronizações internacionais.

Um incentivo relevante à pesquisa mineral consistirá em propiciar um regime regulatório proporcional à escala das atividades de exploração e mineração propostas, conforme recomendado pela OECD em 2022, na publicação *“Regulatory Governance in the Mining Sector in Brazil”*, (OECD, 2022). Esse relatório identifica problemas, barreiras e falhas de implementação do marco regulatório do setor de mineração do Brasil. São ainda aliados os desafios de uma regulação eficaz no setor e compara com as experiências da OECD na Austrália, Chile e México, além de fornecer recomendações para apoiar esforços de reformas adicionais.

É importante ressaltar os riscos associados a externalidades advindas da interpretação e aplicação correta dos regulamentos existentes, de eventuais duplicações e inconsistências regulatórias, além da tributação complexa, de incertezas em relação a reivindicações de terras e áreas protegidas em disputa, de disponibilidade de infraestrutura, de acordos socioeconômicos, de questões trabalhistas e de segurança (FRA 2021). Tais aspectos devem ser abordados em estudos específicos, tanto de caráter universal, quando aplicados a cada empreendimento individual.

2.1.3. Quantitativos da Pesquisa Mineral no Brasil

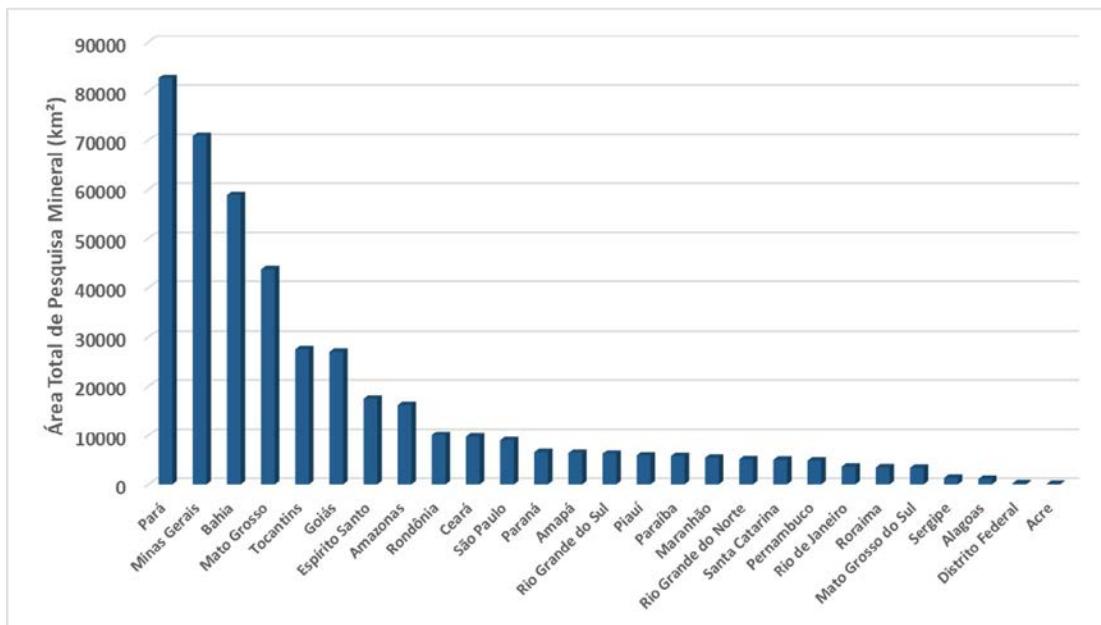
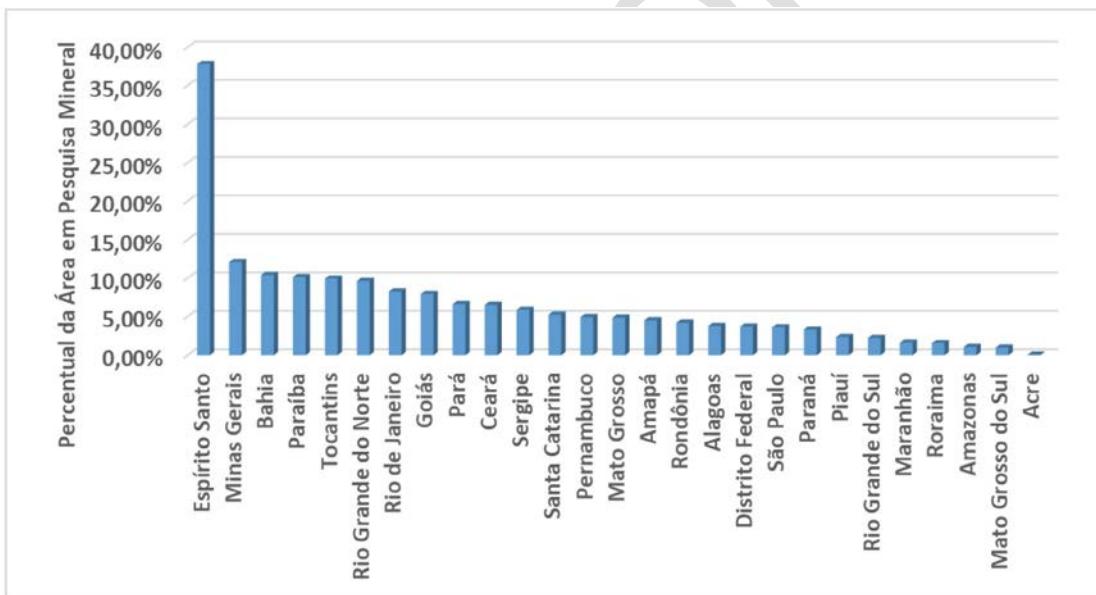
A Tabela 2 apresenta os quantitativos de áreas, em km², de todos os processos ativos na ANM, relacionados à fase de pesquisa mineral, em março de 2022, comparados com as áreas dos estados.

A Figura 1 apresenta a área total de pesquisa mineral por estado, considerando que as áreas com direito a requerer e as áreas com requerimento de lavra concedidos prosseguirão no trabalho de pesquisa mineral, com intensificação de medidas de reservas e definição de depósitos. A Figura 2, com as mesmas premissas, apresenta o percentual de área de pesquisa mineral por unidade da federação.

Tabela 2. Áreas pesquisadas até 2022, em cada fase de processos, em km².

Estados	Requerimento de Lavra (km ²)	Direito de Requerer a Lavra (km ²)	Autorização de Pesquisa (km ²)	Área do Estado (km ²)
Amazonas	1.192	136	14.835	1.559.180
Pará	9.320	2.059	71.296	1.245.915
Mato Grosso	1.601	513	41.616	903.203
Minas Gerais	11.057	3.031	56.820	586.533
Bahia	3.036	680	55.132	564.747
Mato Grosso do Sul	168	40	3.187	357.179
Goiás	1.253	408	25.389	340.244
Maranhão	481	40	4.866	329.606
Rio Grande do Sul	615	326	5.328	281.692
Tocantins	445	27	27.086	277.437
Piauí	199	201	5.484	251.736
São Paulo	1.429	184	7.364	248.247
Rondônia	710	62	9.265	237.779
Roraima	2	0	3.479	223.652
Paraná	911	161	5.560	199.312
Acre	0	0	100	164.165
Ceará	1.148	228	8.333	148.931
Amapá	1.102	384	4.951	142.463
Pernambuco	229	258	4.336	98.039
Santa Catarina	1.796	150	3.055	95.741
Paraíba	378	51	5.304	56.509
Rio Grande do Norte	1.455	207	3.415	52.849
Espírito Santo	3.548	308	13.550	46.041
Rio de Janeiro	649	27	2.946	43.743
Alagoas	47	0	1.008	27.829
Sergipe	167	9	1.116	21.957
Distrito Federal	44	2	169	5.787

Fonte: ANM (2022)

Figura 1. Área total de pesquisa mineral, por estado, em 2022.

Figura 2. Percentual de área de pesquisa mineral, por unidade da federação, em 2022.


Os resultados apresentados na Tabela 2 indicam que os 3 estados com maior arrecadação de CFEM são aqueles com as maiores áreas ocupadas por pesquisa mineral, que é o caso do Pará, Minas Gerais e Bahia.

Por outro lado, na análise do percentual da área em pesquisa mineral, destacam-se os estados do Espírito Santo, Paraíba e Tocantins, que apesar de não apresentarem arrecadação significativa de CFEM, estão entre os líderes de

percentual de áreas em pesquisa mineral. Segundo os dados da ANM, em 2021 o estado de Tocantins ocupava a 15^a posição entre os estados arrecadadores de CFEM, enquanto Espírito Santo ocupa a 19^a posição e a Paraíba a 21^a posição entre as unidades federativas.

Alguns estados com alta arrecadação de CFEM, como Mato Grosso do Sul (6^a posição no ranking de arrecadação da CFEM em 2021) e São Paulo (7^a posição), apresentam baixo percentual de área ocupada por pesquisa mineral, que pode estar associado às extensas áreas ocupadas por empreendimentos de agronegócio.

2.1.4. Análise dos investimentos e dos custos da pesquisa mineral no Brasil

Nesse capítulo são apresentados dados e informações sobre os investimentos em pesquisa mineral no Brasil junto com uma análise comparativa com os investimentos em outros países atuantes na mineração internacional. O capítulo também inclui uma discussão sobre os principais itens de custo em pesquisa mineral tanto no Brasil quanto no exterior.

2.1.4.1. Investimentos em Pesquisa Mineral no Brasil e no Mundo

A variação dos investimentos em pesquisa mineral no Brasil é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3. Valores investidos em pesquisa mineral no Brasil

Ano	Valor (milhões R\$)	Variação (%)
2010	626,4	
2015	799,1	+28%
2020	1.018,3	+27%
2021	858	-16%

Fonte: AMB (2022).

A queda dos investimentos em pesquisa mineral no ano de 2021 está associada à diminuição das atividades de pesquisa mineral causada pela pandemia do Covid-19. O impacto nas atividades de pesquisa mineral esteve ligado às dificuldades de locomoção, viagens aéreas, disponibilidade de mão de obra

e até mesmo acesso aos laboratórios de análises químicas. A própria ANM publicou a resolução ANM no. 76, de 29 de junho de 2021 (ANM, 2021), prorrogando os prazos de execução das atividades de pesquisa para alvarás de pesquisa vigentes.

A Tabela 4 apresenta a distribuição dos investimentos em pesquisa mineral nos estados da união.

Tabela 4. Distribuição dos investimentos em pesquisa mineral por estado no Brasil.

2010		2015		2020		2021	
UF	Valor (R\$)	UF	Valor (R\$)	UF	Valor (R\$)	UF	Valor (R\$)
MG	186 966 855	GO	220 107 000	BA	300 264 756	MG	272 506 613
PA	117 756 756	MG	153 566 585	MG	215 546 087	BA	237 824 721
BA	90 065 090	BA	109 419 404	PA	131 245 175	MT	80 391 756
GO	36 295 254	PA	77 224 345	MT	122 399 475	GO	71 553 297
TO	29 583 441	MT	46 547 374	GO	93 902 228	PA	60 931 865
MT	26 336 854	RS	23 564 223	RN	21 382 010	CE	22 080 624
AP	19 011 287	SP	23 061 837	CE	17 164 074	PE	20 892 371
RS	15 947 130	AP	20 610 654	TO	14 184 905	TO	12 240 571
PI	14 450 455	CE	12 422 501	SP	13 756 572	RN	11 569 203
AL	11 292 336	SE	11 296 098	MA	11 867 511	AL	9 227 205
RN	10 004 196	RJ	10 837 368	AP	11 032 262	PI	8 130 295
PE	8 704 693	RO	10 759 745	SC	8 705 817	SP	7 708 574
PR	8 107 179	AM	10 639 141	AM	7 157 076	RS	7 437 168
SP	7 637 934	RN	10 402 605	RS	7 153 505	AM	7 254 671
MA	7 160 890	SC	10 359 331	RO	6 205 453	MA	6 905 216
ES	7 149 064	TO	9 948 269	PE	5 711 945	RO	4 207 090
CE	6 634 901	PR	7 865 278	PR	5 160 278	PB	3 889 256
RJ	6 473 590	PI	6 962 257	ES	4 903 345	RJ	2 219 255
SC	4 466 134	PE	6 728 556	RJ	4 658 699	MS	2 208 412
AM	3 550 383	ES	6 660 030	PI	4 231 498	PR	2 176 000
PB	3 146 485	PB	4 755 006	PB	3 485 103	ES	1 952 333
RO	1 998 478	MS	1 882 180	AL	3 263 376	SC	1 835 072
SE	1 510 449	AL	1 812 761	MS	2 866 134	AP	1 171 998
MS	1 454 250	MA	1 154 564	SE	1 824 632	SE	1 142 652
RR	507 606	RR	452 106	RR	162 500	RR	390 060
DF	258 422	DF	99 179	DF	98 300	DF	125 206
AC	3 800	AC	0	AC	0	AC	0
Total	626 473 910	Total	799 138 395	Total	1 018 332 718	Total	857 971 484

Fonte: AMB (2022)

A Tabela 4 indica que os estados de Minas Gerais, Bahia, Mato Grosso, Goiás e

Pará ocuparam as 5 primeiras posições do ranking de investimentos em pesquisa mineral, no período de 2010 a 2021. Mesmo com os impactos da pandemia do Covid-19 na pesquisa mineral em 2021, alguns estados, como Minas Gerais, Piauí, Rio Grande do Sul e Paraíba, aumentaram seus investimentos em pesquisa mineral nesse ano. Outros estados como Bahia, Goiás, Mato Grosso e Tocantins mantiveram níveis similares de investimentos em relação ao ano anterior. Já os estados do Pará, Rio Grande do Norte e Maranhão apresentaram quedas maiores em seus níveis de investimentos em pesquisa mineral, em relação ao ano anterior. Em relação ao cenário internacional, os investimentos globais de pesquisa mineral indicam uma retomada em 2021, alcançando o nível de USD 11,24 bilhões de dólares americanos (R\$ 58,4 bilhões de reais, no câmbio médio de 2021). Embora esse valor represente um crescimento significativo em relação a 2020, ainda está abaixo do recorde registrado em 2012, quando os investimentos globais chegaram a USD 20,53 bilhões de dólares americanos (R\$ 42,08 bilhões de reais no câmbio médio de 2012).

A Tabela 5 apresenta o ranking de investimentos em pesquisa mineral no mundo. Os valores representam investimentos em pesquisa mineral, sem incluir outros investimentos como a avaliação de depósitos e estudos de engenharia associados.

Tabela 5. Ranking de investimentos de pesquisa mineral no mundo.

2010		2015		2020		2021	
País	Valor (B USD)						
China	6,2	China	5,2	Austrália	2,7	Austrália	3,2
Austrália	2,5	Austrália	1,4	China	2,3	China	2,5
Canadá	1,9	Canadá	1,3	Canadá	1,6	Canadá	2,5
Estados Unidos	0,9	Estados Unidos	0,7	Estados Unidos	0,9	Estados Unidos	1,2
Chile	0,6	Chile	0,6	Chile	0,5	Chile	0,6
Brasil	0,4	Brasil	0,2	Brasil	0,2	Brasil	0,2
Mundo	11,5	Mundo	8,7	Mundo	8,3	Mundo	11,2

Fontes: China: CHI (2021); Canadá: CAN (2012), CAN (2022); Austrália: AUS (2017), AUS (2022); Estados Unidos: SWI (2016), GME (2022), PDA (2022); Chile: COM (2015), COM (2020), BNA (2022) STA (2022a), STA (2022b); Brasil: AMB (2022); Mundo: S&P (2021).

O ranking de investimentos em pesquisa mineral no mundo da Tabela 5 mostra que China, Austrália, Canadá e Estados Unidos mantiveram as primeiras posições entre 2010 e 2021. São notáveis as reduções em investimentos em pesquisa mineral da China, concomitantes com os aumentos da Austrália, nos anos de 2020 e 2021. Os valores de investimentos em pesquisa mineral no Brasil foram convertidos a partir dos dados da AMB (2022), com as taxas de câmbio dos respectivos anos. É importante destacar que é de amplo conhecimento que o Brasil tem potencial mineral semelhante a países como Canadá e Austrália, porém com investimentos em pesquisa mineral substancialmente inferiores.

Comentários sobre investimentos em pesquisa mineral no Canadá

As empresas de pesquisa mineral com sede no Canadá responderam pela maior parte dos orçamentos mundiais de pesquisa mineral de não ferrosos, chegando a 34% em 2020. O Canadá se beneficia de uma dotação mineral diversificada que inclui commodities tradicionais, como ouro, metais básicos e diamantes. Além disso, o Canadá possui commodities usadas em aplicações de energia limpa e tecnologias avançadas, como elementos de terras raras, grafita e lítio.

Os metais preciosos, principalmente o ouro, continuaram sendo a principal meta para gastos com pesquisa mineral. Em 2020, Ontário foi a principal jurisdição em termos de gastos com pesquisa mineral, seguida por Quebec e British Columbia. Essas três jurisdições foram responsáveis por 74% dos gastos totais com pesquisa mineral no país. Na província de Ontário, para garantir que as empresas de Ontário tenham as ferramentas necessárias para novas descobertas minerais do futuro, o governo está investindo (2022 a 2024) US\$ 24 milhões no *Ontario Junior Exploration Program*, que incluirá US\$ 12 milhões para um fluxo crítico de financiamento de minerais. Também será alocado um investimento adicional de US\$ 5 milhões para um novo fundo de inovação em minerais críticos que apoiará a pesquisa para extração e processamento no norte de Ontário. Conforme sugerido para o Brasil neste documento, destaque-se aqui que o Canadá utiliza um mecanismo de incentivo fiscal à pesquisa mineral, denominado *Mining Flow-Through Share*, no qual investidores individuais podem obter créditos fiscais relativos a até 20% dos dispêndios nos trabalhos de exploração mineral.

No final de 2021, mais de 300.000 mineradoras estavam ativas e em situação regular e mais de 200 empresas estavam realizando programas de pesquisa

mineral em toda a província, incluindo a exploração de minerais críticos. Atualmente, Ontário tem aproximadamente 130 projetos iniciais de pesquisa mineral visando minerais críticos e mais 16 projetos em estágio avançado. Ontário continua sendo o principal destino de escolha para empresas de exploração. Com 31 projetos minerais críticos em Ontário, atualmente, em estágios avançados, a intensidade de exploração em Ontário é equivalente à de Quebec e é significativamente maior do que a dos EUA e da Austrália (NRC 2022; ONT 2022).

Comentários sobre investimentos em pesquisa mineral na Austrália

Em maio de 2021, o governo australiano anunciou que investirá US\$ 20,1 milhões em dois anos para formular um programa de Estratégia de Recursos Globais. O investimento não é diretamente em pesquisa mineral, mas fornecerá recursos para fomentar e direcionar novos projetos de pesquisa mineral. Esse programa apoiará o setor mineral da Austrália como fornecedor mundial para as principais substâncias produzidas pelo país, incluindo minerais críticos e novos recursos energéticos, como o hidrogênio.

Além disso, em março de 2022, o governo Australiano publicou a Estratégia de Minerais Críticos para 2022. Este programa combina esforços para diversificar os mercados e desenvolver novas oportunidades comerciais para substâncias minerais tradicionais e emergentes, além de priorizar o desenvolvimento de processos para beneficiar minerais críticos, incluindo investimentos em tecnologias de baixas emissões.

Outro programa relevante para a pesquisa mineral é a *Critical Minerals Accelerator Initiative* que visa apoiar projetos estratégicos em temas desafiadores para o setor mineral. Este programa irá acelerar os projetos para o mercado e impulsionar os investimentos para impulsionar pesquisas colaborativas inovadoras com a indústria. Concomitantemente, o Fundo de Minerais Críticos, anunciado em 2021, já está concedendo crédito ao setor mineral. O governo australiano também está investindo no estabelecimento de parcerias internacionais estratégicas em minerais críticos e trabalhando com os estados e territórios para estabelecer centros regionais de pesquisa e desenvolvimento associados às substâncias minerais mais relevantes em cada região (AUS, 2022).

Comentários sobre investimentos em pesquisa mineral nos Estados Unidos

Do orçamento para 2023, apresentado em março de 2022, estão previstos US\$147 milhões de dólares americanos para o programa de recursos minerais e energéticos junto ao USGS, além do orçamento de US\$1,7 bilhões em recursos para o ano fiscal de 2023 para o USGS. Outra iniciativa relevante para a área de pesquisa mineral foi a publicação pelo presidente Biden, em 15 de novembro de 2021, da Lei de Investimentos e Empregos em Infraestrutura (IIJA), considerado um dos maiores investimentos de longo prazo em infraestrutura e economia do país. Esse investimento inclui aportes para que a USGS possa abordar as questões críticas de fornecimento de minerais, energia e cadeia de suprimentos. A nova lei também ampliará o financiamento do sistema EARTH MRI, o que vai proporcionar uma nova compreensão do potencial de mineral sustentável do país, abrindo oportunidades para novas descobertas minerais no país (USGS, 2022a; USGS, 2022b; ICL, 2022; EOS, 2018).

2.1.4.2. Investimentos em Pesquisa Mineral por Substância Mineral

Os investimentos em pesquisa mineral por substância mineral no Brasil são apresentados na Tabela 6.

O ranking dos investimentos em pesquisa mineral por substância mineral da Tabela 6 mostra que as substâncias ferro, ouro e cobre têm ocupado as 3 primeiras posições do ranking no período de 2010 a 2021, exceto em 2015, quando o Fosfato ocupou a 3^a posição, enquanto o Ferro ficou na 5^a posição.

Tabela 6. Ranking de investimentos de pesquisa mineral por substância mineral no Brasil

2010		2015		2020		2021	
Substância	Valor (R\$*1000)	Substânci-a	Valor (R\$*1000)	Substânci-a	Valor (R\$*1000)	Substânci-a	Valor (R\$*1000)
Ouro	172974	Ouro	292593	Ouro	450426	Ferro	398654
Ferro	164014	Cobre	83788	Cobre	231039	Ouro	161798
Cobre	70650	Fosfato	71149	Ferro	69190	Cobre	76684
Níquel	44520	Rochas Ornamentais	50471	Zinco	42520	Manganês	29310
Alumínio (Bauxita)	27741	Ferro	38255	Rochas Ornamentais	36060	Rochas Ornamentais	28005
Fosfato	24615	Níquel	30087	Manganês	24556	Zinco	21570
Rochas	21374	Alumínio (Bauxita)	28344	Vanádio	20542	Argilas	15381
Manganês	17530	Monazita e Terras-Raras	25024	Níquel	15433	Alumínio (Bauxita)	13339
Calcário	13950	Potássio	21273	Fosfato	14319	Grupo da Platina	10683
Zinco	12482	Areia	19541	Areia	13729	Vanádio	10250
Argilas	8534	Calcário	16979	Calcário	13590	Areia	9096
Areia	8131	Argilas	14934	Água	10896	Fosfato	8249
Titânio	5341	Zinco	12768	Argilas	8613	Prata	7521
Grupo da Platina	3539	Manganês	11643	Alumínio (Bauxita)	7696	Calcário	7085
Caulim	3471	Água	10779	Diamante	7388	Água	7017
Quartzo	2559	Diamante	10000	Nióbio	6614	Diamante	6563
Chumbo	2544	Nióbio	8713	Potássio	5578	Potássio	6536
Potássio	2500	Titânio	7565	Carvão Mineral	4537	Tântalo	6022
Cromo	1889	Quartzo	4770	Sal	3666	Níquel	4893
Nióbio	1847	Caulim	4076	Caulim	3411	Grafita	4265
Diamante	1779	Chumbo	3768	Quartzo	3189	Titânio	4202
Dolomito e Magnesita	1726	Carvão Mineral	3606	Grafita	3085	Quartzo	3616
Carvão Mineral	1499	Dolomito Magnesita	3004	Monazita e Terras-Raras	2976	Berílio	2316
Turfa	1180	Xisto	2768	Titânio	2772	Caulim	2235
Outros	10085	Outros	23241	Outros	16506	Outros	12680
Total	626474	Total	799139	Total	1018331	Total	857970

Fonte: AMB (2022)

2.1.5. Principais instrumentos de estímulo à pesquisa mineral para o Brasil

Segundo a ABPM (2015), os investimentos em pesquisa mineral no Brasil correspondem a cerca de 3% dos recursos anualmente despendidos no mundo, sendo que em 2021, essa participação caiu para menos de 2%. Na América do Sul, o Chile e o Peru têm recebido mais investimentos de pesquisa devido às políticas de atração de investimentos e de mecanismos compensatórios. Já o Canadá oferece um instrumento atrativo para a captação de recursos chamado de “*flow-through share*”, que permite que os créditos tributários gerados por investimentos em pesquisa mineral possam ser transferidos aos acionistas. Esse mecanismo combina oportunidades de investimentos em renda variável com os riscos inerentes à pesquisa mineral. Além disso, esse mecanismo permite realizar o investimento em pesquisa mineral de forma escalonada, com a valorização gradual do ativo na medida que o risco geológico é superado.

É essencial que sejam desenvolvidos mecanismos de incentivo compatíveis com as atividades de risco nas fases pré-operacionais da mineração. Por exemplo, a Lei do Bem (Lei 11.196/2005) não reconhece despesas com pesquisa mineral como dispêndios incentivados. Adicionalmente, sugere-se que seja constituído no país um mecanismo de estímulo a investimentos em pesquisa mineral semelhante ao *flow trough share* existente no Canadá, como mencionado anteriormente. Dessa forma, as opções para a realização de campanhas de pesquisa mineral no Brasil ficam restritas a financiamento próprio, crédito bancário e a emissão de ações, que são limitadas a projetos de grande porte. Com isso, muitos empreendimentos têm buscado alternativas de financiamento em mercados de capitais no exterior, como por exemplo, as bolsas de Toronto e de Sidney, entre outras, para a descoberta de novas jazidas minerais no país.

O relatório “Governança regulatória no setor de mineração no Brasil” (OECD, 2022) ressalta a importância dos levantamentos geológicos, com um papel especialmente relevante no fornecimento de dados para acelerar a descoberta de novas jazidas, especialmente para empreendimentos de menor porte. O relatório discute o fato que o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) é o órgão federal responsável pelo mapeamento geológico do país, já que não há muitas iniciativas de cartografia geológica de detalhe a nível estadual. É muito importante que sejam priorizados trabalhos de mapeamento de províncias minerais

consolidadas, como por exemplo a Província Mineral de Carajás (Pará) e o Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais), além de províncias minerais emergentes, como a Província Juruena-Teles Pires (Mato Grosso). A integração desse tipo de informação com o acesso por parte da CPRM aos dados geológicos dos mineradores, apresentados à ANM nos Relatórios Finais de Pesquisa, será implementada como parte das ações previstas no acordo de cooperação técnica entre a ANM, SGM e SGB. Neste contexto, devemos ressaltar a disponibilização de dados complementares, tais como levantamentos geofísicos e geoquímicos, assim como resultados de sondagem, ambos com o devido tempo de carência. É importante ressaltar que a geração e disseminação de conhecimento geológico básico constitui o principal incentivo para a atração de investimentos para a pesquisa mineral.

Uma iniciativa importante para a agilização dos investimentos em pesquisa mineral é o programa Inova Mineral, lançado em 2017 e que beneficiou uma série de projetos na área mineral, incluindo atividades de pesquisa mineral. O programa tem como um de seus objetivos, o aumento da disponibilidade dos minerais estratégicos de elevado déficit comercial, com foco em fosfato e potássio (FINEP, 2018).

Outras iniciativas de estímulo à pesquisa mineral nacional propostas pela ABPM (2015), com o objetivo de aprimorar o ambiente de negócios na pesquisa mineral no Brasil, incluem a adoção das melhores práticas mundiais para a padronização dos conceitos de recursos e reservas minerais, recentemente alcançada com a publicação da Resolução ANM no. 94/2022, que criou o Sistema Brasileiro de Recursos e Reservas Minerais (SBRRM), resultado de quatro anos de consultas públicas, interlocução com entidades especializadas e estudos técnicos. Com este novo instrumento, o Brasil passou a estar alinhado com as melhores práticas mundiais para a quantificação e avaliação econômica do seu patrimônio mineral. Além disso, desde 2016 foi criada a Comissão Brasileira de Recursos e Reservas, para incentivar a autorregulação da aplicação das melhores práticas de gerenciamento de recursos e reservas minerais, de forma alinhada aos códigos internacionais do setor (CBRR, 2022).

O objetivo do SBRRM é divulgar e dar transparência às atividades de pesquisa e exploração mineral desenvolvidas no país. Para isso, a Resolução 94/2022 estipula que as declarações apresentadas à ANM deverão ser incluídas no sistema e que os critérios mínimos e os princípios de elaboração e emissão



das declarações públicas, base para certificação de recursos e reservas minerais, de responsabilidade de profissionais habilitados, qualificados e registrados, devem seguir as orientações e recomendações dos modelos e guias de elaboração de relatórios públicos para declaração de resultados de exploração, recursos e reservas minerais, publicados pelo CRIRSCO e CBRR. O envio não é obrigatório para o minerador, e os dados do sistema podem ser acessados por qualquer interessado.

Além disso, entidades como o BM&F Bovespa, CBRR e ABDI estão disseminando conhecimentos sobre a abertura de capital em bolsas internacionais, com o apoio da ABPM.

2.1.6. Principais indicadores de pesquisa mineral para o Brasil, utilizados internacionalmente

Este capítulo recomenda alguns indicadores de pesquisa mineral que podem complementar os indicadores disponíveis nos bancos de dados atuais da ANM, como por exemplo, os investimentos em pesquisa mineral anuais, distribuídos por estado e por substância mineral. A análise das séries históricas desses indicadores permitirá a ampliação de ações para o desenvolvimento de políticas públicas direcionadas aos gargalos regionais e por substância mineral.

Em adição aos eventuais indicadores gerados automaticamente na plataforma P3M, em desenvolvimento no SGB, são recomendados os seguintes indicadores de pesquisa mineral para o Brasil.

Indicador do número de novas descobertas minerais significativas

Descobertas minerais significativas são novos depósitos minerais classificados conforme sua relevância para cada substância mineral. Essa classificação pode ser feita a nível nacional, com ajustes a nível regional conforme a importância estratégica de cada substância em diferentes regiões. No caso da Austrália, as novas descobertas minerais são classificadas da seguinte forma (CURTIN, 2017):

- Depósitos de classe mundial: > 6 milhões de onças de ouro; > 1 milhão de toneladas contidas de níquel; > 12 milhões de toneladas contidas de chumbo e zinco; > 5 milhões de toneladas contidas de cobre; > 1000 milhões de toneladas contidas de ferro.

- Depósitos de grande porte: > 1 milhão de onças de ouro; > 100 mil toneladas contidas de níquel; > 2,5 milhões de toneladas contidas de chumbo e zinco; > 1 milhão de toneladas contidas de cobre; > 200 milhões de toneladas contidas de ferro.
- Depósitos de porte moderado: > 100 mil onças de ouro; > 10 mil toneladas contidas de níquel; > 250 mil toneladas contidas de chumbo e zinco; > 100 mil toneladas contidas de cobre; > 20 milhões de toneladas contidas de ferro

O indicador de novas descobertas minerais significativas pode ser cruzado com os investimentos anuais em pesquisa mineral, para avaliar a efetividade dos investimentos, além de identificar as substâncias minerais mais propícias para a descoberta de novos depósitos de substâncias minerais nos diferentes estados da União. É importante que esse indicador não inclua a contabilização de novos depósitos subordinados adjacentes a depósitos conhecidos.

Indicador da metragem total e por área em sondagens por ano

O indicador de metragem total em sondagens por ano se refere ao número de metros sondados em campanhas de sondagem com recuperação de testemunhos no ano. O indicador de metragem por área, de sua parte, permitirá a avaliação da intensidade de sondagem no projeto. Esses indicadores podem ser cruzados com os valores do investimento total em pesquisa mineral para avaliar o custo médio de pesquisa por metro perfurado (conhecido por AIDC ou “*all-in drilling cost*”). Além disso, os indicadores de metragem podem ser combinados com o indicador de novas descobertas minerais para avaliar a metragem média por cada nova descoberta.

Indicador de investimento de pesquisa mineral por unidade contida em novas descobertas

O indicador de investimento por unidade contida em novas descobertas combina o investimento em pesquisa mineral com as unidades contidas das substâncias nas novas descobertas minerais. As unidades contidas variam conforme a substância, como por exemplo toneladas contidas de cobre e onças de ouro. Esse indicador é fundamental para a elaboração de projeções dos custos de novas descobertas e para direcionar o orçamento para pesquisa mineral no país. O indicador é avaliado especificamente para cada substância mineral, fornecendo um valor de investimento em pesquisa mineral por unidade contida em novas

descobertas, podendo ser desdobrado por categoria de descoberta e por estado ou região para cada substância, permitindo a análise da competitividade de novas descobertas em diferentes localidades.

Indicador da conversão da descoberta em mina

O indicador de conversão de descobertas minerais em operações de mina avalia o sucesso do investimento em pesquisa mineral. Este indicador pode ser desdobrado conforme as diferentes fases dos títulos minerários, como por exemplo, fase de requerimento de lavra, fase de concessão de lavra e fase de mina em operação (por exemplo determinado pelo pagamento de CFEM).

Indicador do número de empregos em pesquisa mineral

O indicador do número de empregos permitirá avaliar a força de trabalho envolvida em pesquisa mineral no país, com a sua distribuição por estado e por substância mineral. Esse indicador poderá ser combinado com os indicadores de número de descobertas e com as informações de unidades contidas nas descobertas, para avaliar a mão de obra associada às novas descobertas minerais no país.

Outros indicadores de pesquisa mineral que podem ser considerados incluem:

- Número de levantamentos geocientíficos publicados por estado e por substância mineral;
- Número de mapeamentos geológicos publicados pelos órgãos oficiais e por terceiros desde que georreferenciados, integrados, padronizados e qualificados.

A Tabela 7 apresenta um resumo dos indicadores recomendados, em conjunto com seus potenciais desdobramentos

Tabela 7. Resumo dos indicadores para pesquisa mineral no Brasil

Indicador	Descrição	Desdobramentos e exemplos
Valor dos investimentos em pesquisa mineral	Indicador já disponibilizado pela ANM via AMB (2022).	<ul style="list-style-type: none"> • Investimento total por ano • Investimento por estado • Investimento por substância mineral
Número de descobertas significativas	Identifica e classifica novas descobertas minerais significativas a cada ano conforme sua relevância para cada substância mineral. A classificação pode ser feita a nível nacional, com ajustes a nível regional por substância	<ul style="list-style-type: none"> • Número de descobertas por ano • Número de descobertas por categoria (classe mundial / grande porte / porte moderado) • Valor médio investido por nova descoberta (em geral e por categoria)
Metragem de sondagem com testemunho	Estabelece a metragem total em campanhas de sondagens por ano com recuperação de testemunhos no ano	<ul style="list-style-type: none"> • Custo total de pesquisa mineral por metro sondado (AIDC) • Número de metros por nova descoberta mineral (geral e por categoria)
Investimento por unidade contida	Avalia o investimento por unidade contida em novas descobertas minerais a cada ano. É avaliado por substância mineral e por região para analisar a competitividade regional	<ul style="list-style-type: none"> • Investimento por onça de ouro (em geral no ano, por estado e por categoria de descoberta) • Investimento por tonelada contida de cobre • Investimento por tonelada produzida de rochas ornamentais
Conversão de descobertas em minas	Estabelece a conversão de descobertas minerais em operações de mina e avalia o sucesso do investimento em pesquisa mineral.	<ul style="list-style-type: none"> • Número de descobertas por nova mina em operação no ano (em geral, por substância e por estado) • Número de descobertas por mina conforme a fase do título mineral
Indicador de empregos em pesquisa mineral	Avalia a força de trabalho envolvida em pesquisa mineral no país, com a sua distribuição por estado e por substância mineral. Esse indicador pode ser combinado com os indicadores de novas descobertas minerais e de unidades contidas nas novas descobertas	<ul style="list-style-type: none"> • Número de empregos em pesquisa mineral por ano (global, por estado e por substância mineral) • Número de empregados por nova descoberta mineral no ano (em geral, por estado e por substância mineral) • Número de empregados por unidade contida em novas descobertas

Outros indicadores	<p>Indicador do número de levantamentos geocientíficos publicados em meios públicos; Indicador do número de mapeamentos geológicos publicados por órgãos oficiais e por terceiros desde que georreferenciados, integrados, padronizados e qualificados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Número de levantamentos geocientíficos publicados no ano (em geral, por substância e por estado) ● Número de mapeamentos publicados (em geral, por substância mineral e por estado)
---------------------------	---	--

Lista de referências

ABPM 2015. Desafios e Propostas para a Atração de Investimentos para o Setor de Exploração Mineral Brasileiro, ABPM; em <http://www.abpm.net.br/assets/midia/27032017074519.pdf>

AMB 2022: Anuário Mineral Brasileiro em: https://app.anm.gov.br/DadosAbertos/AMB/Producao_Bruta.csv

ANM 2022: ANM publica Resolução com novo Sistema de Recursos e Reservas; em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/noticias/anm-publica-resolucao-com-novo-sistema-de-recursos-e-reservas>

ANM 2022: Dados Abertos Arrecadação CFEM em: <https://app.anm.gov.br/DadosAbertos/ARRECADACAO/>

AUS 2017: Australian Mineral Exploration Review 2015-16, em: <https://www.ga.gov.au/scientific-topics/minerals/investing-in-australian-mineral-exploration/exploration-statistics#>

AUS 2022: Investing in Australian Mineral Exploration 2022; em <https://www.ga.gov.au/scientific-topics/minerals/investing-in-australian-mineral-exploration/exploration-statistics#>

BNA 2022: Presupuestos de exploración minera crecen casi 20% en Chile; em <https://www.bniamericas.com/es/noticias/presupuestos-de-exploracion-minera-en-chile-crecen-casi-20#>

CAN 2012: Mineral Exploration, Deposit Appraisal, and Mine Complex Development Activity in Canada, 2010 and 2011 em: <https://www.nrcan.gc.ca/science-data/science-research/earth-sciences/earth-sciences-resources/earth-sciences-federal-programs/mineral-exploration-deposit-appraisal-and-mine-complex-development-activity-canada-2010-and-2011#a18>

CAN 2022: Canadian Mineral Exploration Information Bulletin em: <https://www.nrcan.gc.ca/maps-tools-and-publications/publications/minerals-mining-publications/canadian-mineral-exploration/17762>

CBRR 2022: Comissão Brasileira de Recursos e Reservas; em: www.cbrr.org.br

COM 2015: Panorama actual de la exploración y su financiamiento. Comision Chilena del Cobre. Ministério de Minería. Gobierno de Chile; em https://www.cochilco.cl>Listado%20Tematico/Empresas_junior_y_financiamiento_Vfinal.pdf

COM 2020: Catastro de empresas exploradoras 2020. Comision Chilena del Cobre. Ministério de Minería. Gobierno de Chile; em <https://www.cochilco.cl>Listado%20Tematico/20201029%20Catastro%20de%20empresas%20exploradoras%202020%20VF.pdf>

CURTIN 2017: Long-term forecast of Australia's mineral production and revenue; em: <http://minexconsulting.com/wp-content/uploads/2019/04/Long-Term-Production-Forecast-Report-16-Oct-2017.pdf>

EOS 2018: Meeting the Mineral Needs of the United States; em <https://eos.org/features/meeting-the-mineral-needs-of-the-united-states>

FINEP 2018. Inova Mineral; em: <http://www.finep.gov.br/apoio-e-financiamento-externa/historico-de-programa/programas-inova/inova-mineral>

FRA 2021: Fraser Institute Annual Survey of Mining Companies 2021, em: <https://www.fraserinstitute.org/sites/default/files/annual-survey-of-mining-companies-2021.pdf>

GME 2022: Global Mining Exploration Trends 2020; em [https://austmine.com.au/common/Uploaded%20files/International/Export%20Hubs/Victoria%20METS%20Export%20Hub/2020%20global%20exploration%20trends%20PDF%20\(002\).pdf](https://austmine.com.au/common/Uploaded%20files/International/Export%20Hubs/Victoria%20METS%20Export%20Hub/2020%20global%20exploration%20trends%20PDF%20(002).pdf)

ICL 2022: Mining Laws and Regulations USA 2022 – ICLG; em <https://iclg.com/practice-areas/mining-laws-and-regulations/usa>

CHI 2021: China Mineral Resources. Ministry Natural Resources, PRC; em: http://www.mnr.gov.cn/sj/sjfw/kc_19263/zgkczybg/202111/P020211105382623655125.pdf

NRC 2022: Canadian Mineral Exploration Information Bulletin; em <https://www.nrcan.gc.ca/maps-tools-and-publications/publications/minerals-mining-publications/canadian-mineral-exploration/17762>

OECD 2022: Governança regulatória no setor de mineração no Brasil, OECD Publishing, Paris, em: <https://doi.org/10.1787/df9252dc-pt>

ONT 2022: Ontario Junior Exploration Program; em: <https://www.ontario.ca/page/ontario-junior-exploration-program>

PDA 2022: PDAC Mineral Finance: A Critical Year for the Mineral Industry; em https://www.pdac.ca/priorities/access-to-capital/mineral-finance-2022?utm_source=Informz&utm_medium=Email&utm_campaign=PDAC

S&P 2021: Global exploration budget for metals jumps 35% year-on-year to \$11.2 billion, em: <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/media>

<center/press-release/global-exploration-budget-for-metals-jumps-35-year-on-year-to-11-2-billion#:~:text=The%20aggregate%20annual%20global%20nonferrous,from%20%248.3%20billion%20in%202020.>

STA 2022a: Mineral exploration expenditures in Canada from 2010 to 2020; em <https://www.statista.com/statistics/437536/expenditures-for-mineral-exploration-in-canada/#statisticContainer>

STA 2022b: Presupuestos de exploración minera crecen casi 20% en Chile; em <https://www.statista.com/statistics/1280473/worldwide-nonferrous-mineral-mining-exploration-budget/>

SWI 2016: SWI 2016: Swilling, M. 2016. Africa's game changers and the catalysts of social and system innovation. *Ecology and Society* 21(1):37. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-08226-210137>

USGS 2022a: Earth Mapping Resources Initiative (Earth MRI); em: <https://www.usgs.gov/special-topics/earth-mri>

USGS 2022b: USGS Funding; em <https://www.doi.gov/sites/doi.gov/files/fy2023-bib-usgs-508.pdf>

USN 2022: China to Step up Strategic Mineral Resource Exploration During 2021-2025; em <https://money.usnews.com/investing/news/articles/2021-11-11/china-to-step-up-strategic-mineral-resource-exploration-during-2021-2025>

**PLANO NACIONAL DE MINERAÇÃO 2050
PNM 2050**

2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira

SINOPSE 01. Minério de Cromo

CADERNO 2: Pesquisa e Produção Mineral

2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira.....	40
2.2.1. Tipo de Minério.....	40
2.2.1.1. Minério de Cromo.....	40
2.2.1.1.1. Reservas de Minério de Cromo	40
2.2.1.1.2. Produção de Minério de Cromo	43
2.2.1.1.3. Consumo de Minério de Cromo.....	45
2.2.1.1.4. Importações de Minério de Cromo.....	47
2.2.1.1.5. Exportações de Minério de Cromo.....	48
2.2.1.1.6. Porte das Empresas e Geração de Empregos.....	50
2.2.1.1.7. Porte dos Projetos em Andamento e/ou Previstos e Geração de Empregos.....	52
2.2.1.1.8. Projeções para o Brasil até 2050 de Minério de Cromo Beneficiado.....	53
2.2.1.1.9. Projeções para o mundo até 2050 do Minério de Cromo Beneficiado	55

2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira

2.2.1. Tipo de Minério

Metálicos Ferrosos

2.2.1.1. Minério de Cromo

O cromo é o décimo elemento em ordem de abundância na Terra, classificado como de metal de transição, e ocorre na natureza principalmente como cromo espinélio, a cromita. A cromita (mineral-minério de cromo) é utilizada essencialmente na obtenção de ligas de ferro-cromo (aço inoxidável e ligas especiais). Tais ligas são demandadas principalmente para fabricação de aço inoxidável, contendo 18% de cromo. Quando utilizado em ligas de níquel, confere elevadas resistências ao calor e a eletricidade, enquanto em ligas de cobalto, reforça sua resistência à corrosão em temperaturas elevadas. O cromo ainda é utilizado como componente básico na manufatura de tijolos refratários, fabricação de vidros, refinamento de ligas de metais não-ferrosos, dentre outras aplicações. Essas demais aplicações correspondem a 11% do consumo mundial de cromita.

2.2.1.1.1. Reservas de Minério de Cromo

As reservas medidas no Brasil, em 2015, foram de 12,88 Mt (ANM, 2019), com distribuição no território nacional conforme mostrado, na Tabela 1 e no gráfico da Figura 1, abaixo. Não há publicações de reservas a partir de 2015.

Cerca de 80% das reservas de cromita estão localizadas na Bahia, quase que absolutamente controladas pela Ferbasa, a única produtora de ferro-cromo, no Brasil. As outras reservas estão no Amapá (7%), não explotadas atualmente, e em Minas Gerais (Alvorada de Minas - 3%), com atividade mineira incipiente.

Tabela 1. Reservas brasileiras de cromo em 2020*.

Estado	Reservas Medidas e Indicadas ^(e) de Minério de Cromo (Mt)	Reservas Medidas e Indicadas de Cr ₂ O ₃ contido (kt)
BA	9,40	3.150
AP	0,89	284
MG	0,61	122
Outros	1,98	395
BRASIL	12,88	3.953

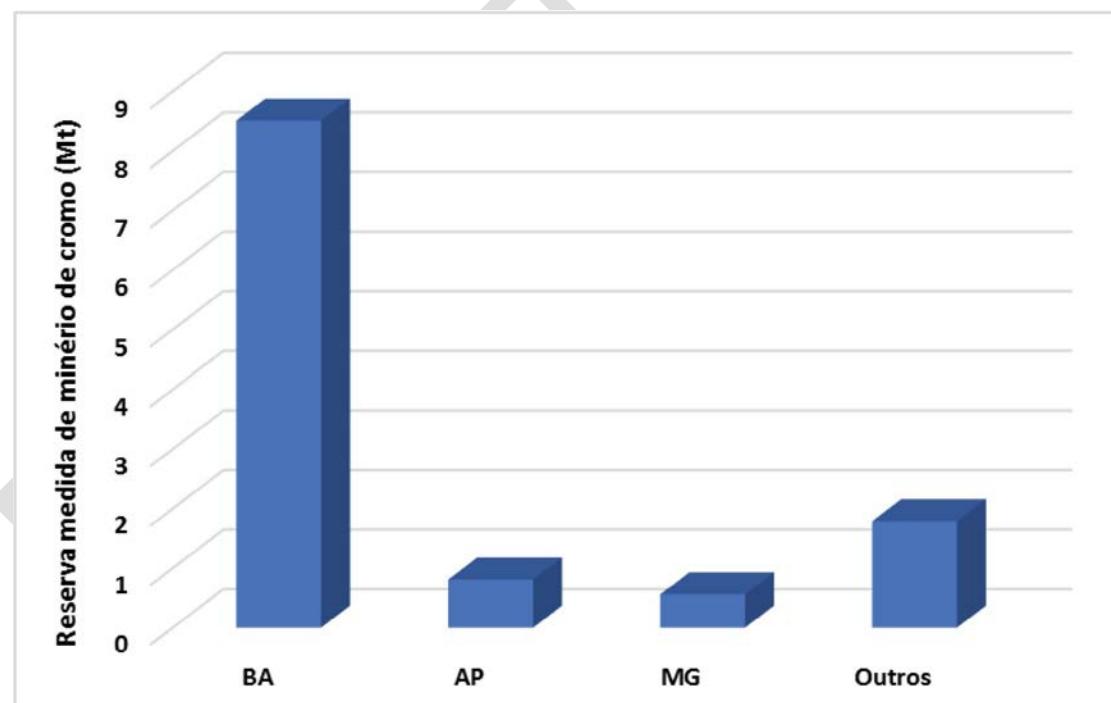
Fonte: ANM (2019)

(e)Estimado. Foram considerados os teores médios de Cr₂O₃ no Brasil: reservas - BA=33,53%, AP=32%, MG=20% (SMB, 2016). E também que a Bahia detém 79,7% das reservas do Brasil, seguida do Amapá, como 7,2%, e Minas Gerais com apenas 3,1% (ALMEIDA et. al., 2017). O teor de Cr₂O₃ dos outros estados foi considerado 20%.

*Considerando que as reservas indicadas em 2015 foram convertidas em reservas medidas, até o ano de 2020 e que a produção no período, que totaliza 1.167kt de Cr₂O₃, foi descontada das reservas. As reservas medidas e indicadas de Cr₂O₃, em 2015, eram de 2,40Mt e 2,72Mt, respectivamente (SMB, 2016).

**Embora os dados relativos a reservas as considerem como medidas, indicadas e inferidas, é importante ressaltar que, a partir de 2022, as classificações obedecerão ao estabelecido pela “Resolução nº 94, de 7 de fevereiro de 2022, do Ministério de Minas e Energia, Agência Nacional de Mineração”.

Figura 1. Reservas brasileiras estimadas de minério de cromo em 2020.



Tais reservas colocam o Brasil, como detentor de menos de 1% das reservas mundiais, conforme mostrado na Tabela 2 e no gráfico da Figura 2, juntamente com os 5 países com maiores reservas no mundo.

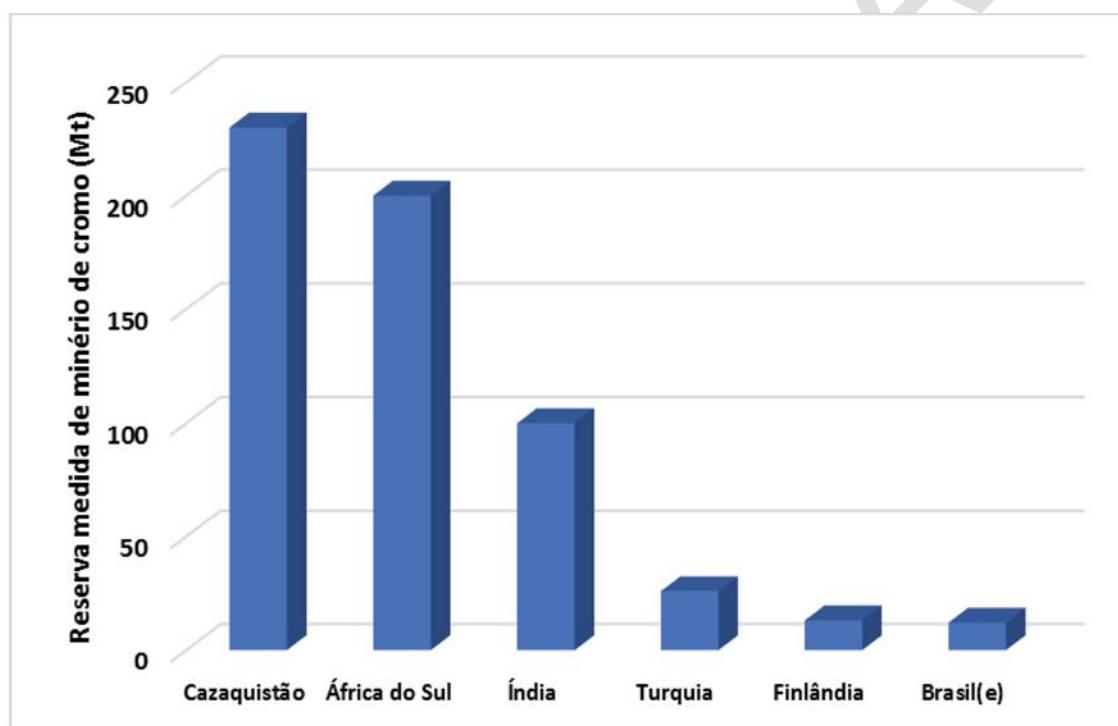
Tabela 2. Ranking dos principais detentores de reservas de minério de cromo (grau de embarque), no ano de 2020.

Colocação	Colocação País	Reserva Medida (Mt)
1º	Cazaquistão	230
2º	África do Sul	200
3º	Índia	100
4º	Turquia	26
5º	Finlândia	13
	Brasil*	12,9
	TOTAL	581,9

*ANM (2019)

Fonte: U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2022).

Figura 2. Ranking dos principais detentores de reservas de minério de cromo, no ano de 2020.



Fonte: U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2022); ANM (2019)

Existe uma altíssima concentração das reservas de cromita no mundo: o Cazaquistão, a África do Sul e a Índia detêm 95% do total. Isto, aliado ao fato de ser um componente insubstituível nos aços resistentes à corrosão, lhe confere o status de metal estratégico e crítico.

2.2.1.1.2. Produção de Minério de Cromo

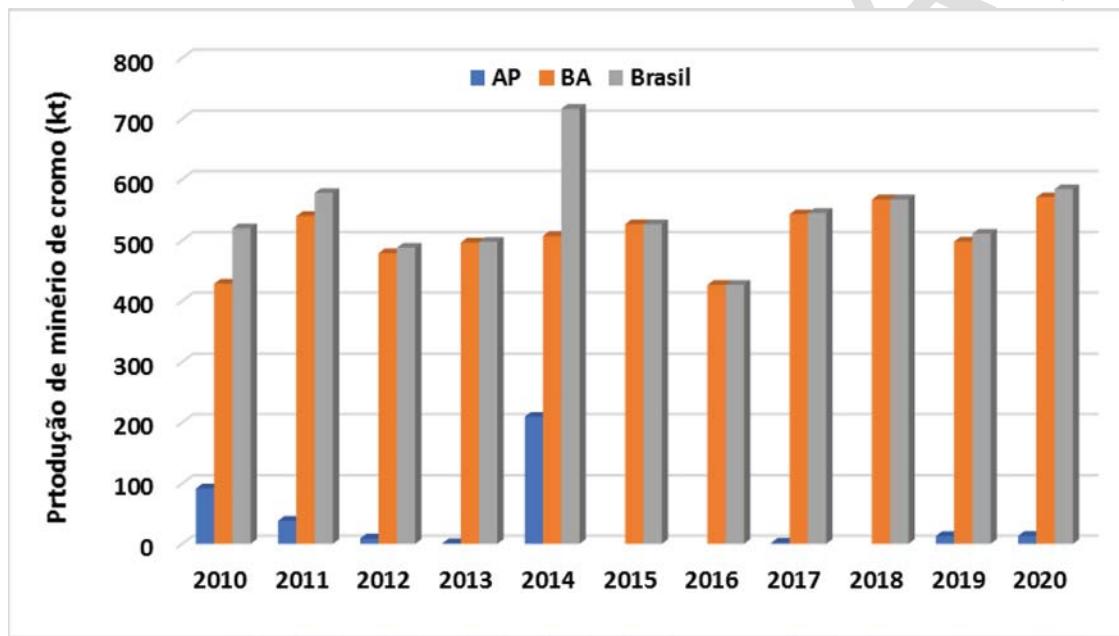
A produção no Brasil de Minério de Cromo, de 2010 a 2020, é mostrada na Tabela 3, por estado da federação, e no gráfico da Figura 3, com os totais consolidados para o país.

Tabela 3. Produção brasileira, por estado, de minério de cromo beneficiado. Amapá contendo entre 20 e 40% de Cr₂O₃ e Bahia contendo aproximadamente 40% de Cr₂O₃

Estado	Produção (kt)										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
AP	91,88	37,84	9,03	1,25	209,25			2,15		12,90	13,15
BA	428,25	540,02	479,15	496,61	507,42	526,74	426,34	542,99	567,29	498,25	570,85
Brasil	520,13	577,85	488,18	497,86	716,67	526,74	426,34	545,14	567,29	511,14	584,00

Fonte: ANM (2022a).

Figura 3. Produção brasileira, de minério de cromo, de 2010 até 2020.



Fonte: ANM (2022a).

Atualmente, a quase totalidade da produção de cromita vem das jazidas da Bahia, destinada principalmente à produção das ligas ferro-cromo, mas também às produções de areia de cromita e refratários.

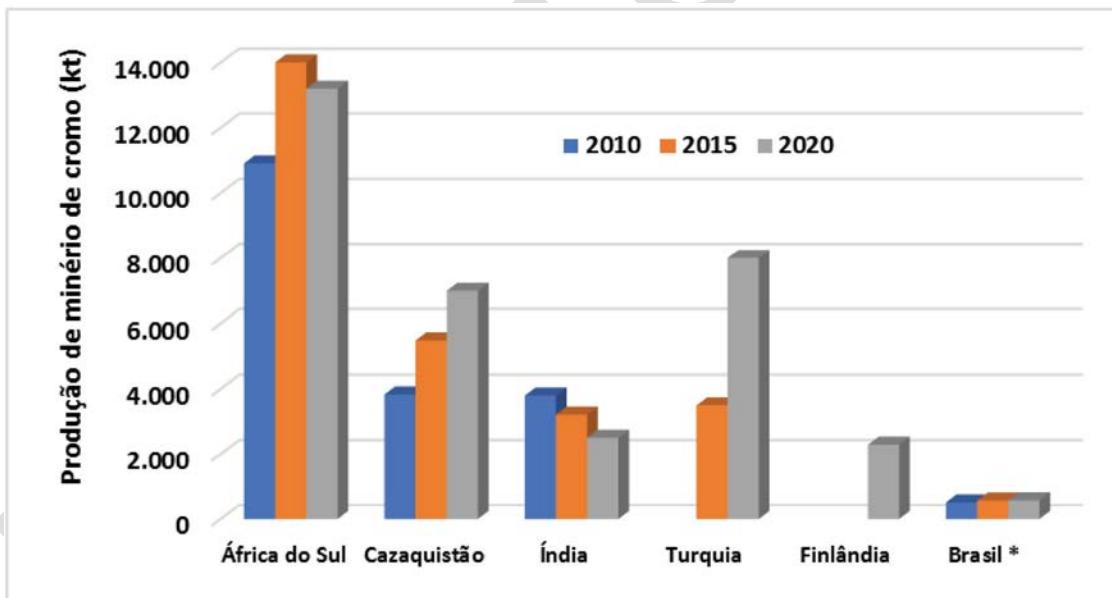
É mostrada na Tabela 4 e no gráfico da Figura 4 a evolução brasileira no ranking de produção mundial, juntamente com os 5 países maiores produtores.

Tabela 4. Ranking dos principais produtores de minério de cromo beneficiado.

Co- loca- ção	2010		2015		2020	
	País	Produção (kt)	País	Produção (kt)	País	Produção (kt)
1º	África do Sul	10.900	África do Sul	14.000	África do Sul	13.200
2º	Cazaquistão	3.830	Cazaquistão	5.490	Turquia	8.000
3º	Índia	3.800	Turquia	3.500	Cazaquistão	7.000
4º			Índia	3.200	Índia	2.500
5º					Finlândia	2.290
	Brasil *	520	Brasil *	527	Brasil*	584
					Outros	3.426
					Total	37.000

Fontes: U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2022); U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2017); U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2012), *(AMB,2022a)

Figura 4. Ranking dos principais produtores de minério de cromo beneficiado.



Fontes: U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2022); U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2017); U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2012) e ANM (2022a).

As produções são compatíveis com as reservas, com destaque, naturalmente, para a África do Sul, responsável por 35,67% da produção mundial em 2020.

Também se destacam a Turquia e o Cazaquistão, que juntos contribuem com 40,54% da produção mundial.

2.2.1.1.3. Consumo de Minério de Cromo

O consumo aparente brasileiro de minério de cromo, entre os períodos de 2010 até 2020, é mostrado na Tabela 5 e no gráfico da Figura 5.

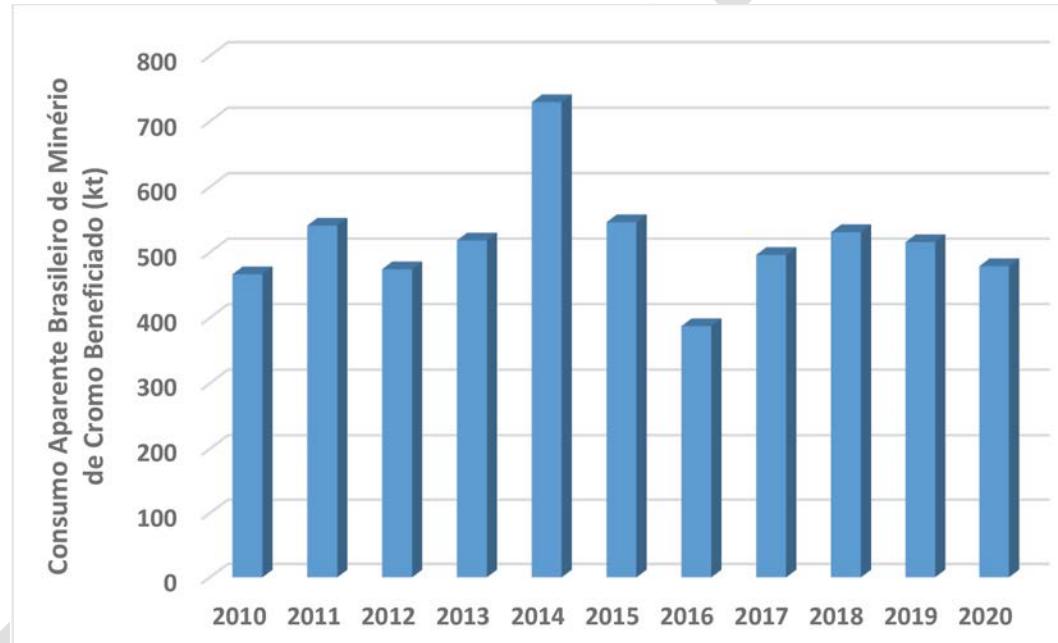
Tabela 5. Consumo aparente brasileiro de minério de cromo beneficiado, de 2010 a 2020.

	Consumo aparente (kt) ^(e)										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
BRASIL	466,3	540,7	473,9	517,9	729,0	545,8	387,0	495,8	530,6	515,4	478,7

Fontes: COMEXSTAT MDIC (2022) e ANM (2022a).

(e) Consumo aparente = Produção + Importação – Exportação.

Figura 5. Consumo aparente brasileiro de minério de cromo beneficiado, de 2010 a 2020.



Fontes: COMEXSTAT MDIC (2022) e ANM (2022a).

Acima de 90% do consumo está relacionado à produção de aço inoxidável e, em menor escala, a outros aços ligados, onde é empregado na forma de ligas ferro-cromo (FeCrAC e FeCrBC). Estas ligas são produzidas pela FERBASA, a única produtora destas ligas no País. Uma parte menor do consumo é na forma de areia de cromita, refratários e produtos químicos.

Em 2020, o Brasil se colocou na 6° posição no ranking mundial de consumidores de minério de cromo. A Tabela 6 e o gráfico da Figura 6 mostram a evolução do dos 7 países maiores consumidores do mundo.

Tabela 6. Ranking dos principais consumidores mundiais de minério de cromo beneficiado.

Coloca- ção	2010		2015		2020	
	País	Consumo (kt) ^(e)	País	Consumo (kt) ^(e)	País	Consumo (kt) ^(e)
1°	África do Sul	10.945	África do Sul	14.002	China*	14.305
2°	China*	8.654	China*	10.389	Turquia	7.218
3°	Índia	3.573	Cazaquistão	4.565	Cazaquistão	6.730
4°	Caza- quistão	3.059	Índia	3.333	Índia	2.638
5°	Brasil **	466	Turquia	2.311	Finlândia	2.231
6°	EUA*	129	Rússia*	870	Brasil**	471
7°	Japão*	116	Brasil **	545	Indonésia*	478

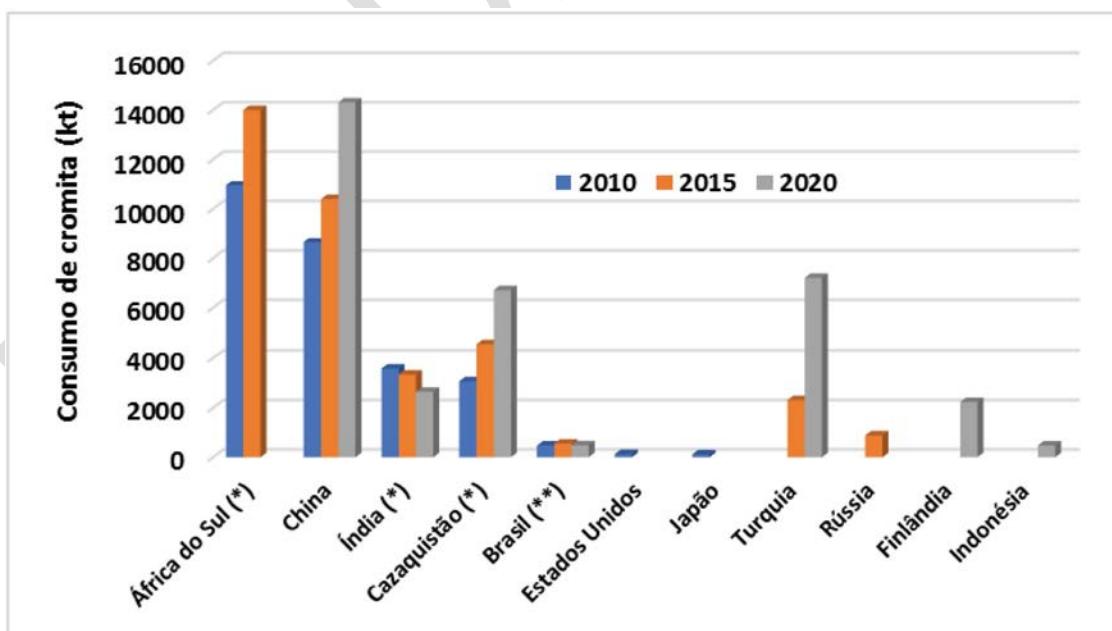
Fontes: U01, (2022); U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2022); U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2017); U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2012).

(e) Consumo aparente = Produção + Importação – Exportação.

*Sem dados de produção

**COMEXSTAT MDIC (2022) e ANM (2022a)

Figura 6. Principais consumidores mundiais de minério de cromo beneficiado.



Fontes: U01, (2022); U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2022); U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2017); U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2012); COMEXSTAT MDIC (2022); AMN (2022a).

A posição da China como principal consumidor é cada vez mais consolidada, o que significa uma participação crescente na cadeia dos aços inoxidáveis. Outros países com participação crescente são o Cazaquistão e a Índia.

Os valores do consumo, que, em uma primeira aproximação, são referidos à produção das ferro-ligas de cromo, são fortemente dependentes da disponibilidade e do custo da energia elétrica. A África do Sul pode ser afetada por isto. Observe-se que, mesmo não sendo um consumidor relevante, em termos mundiais, o Brasil não é dependente de fontes externas de cromo.

2.2.1.1.4. Importações de Minério de Cromo

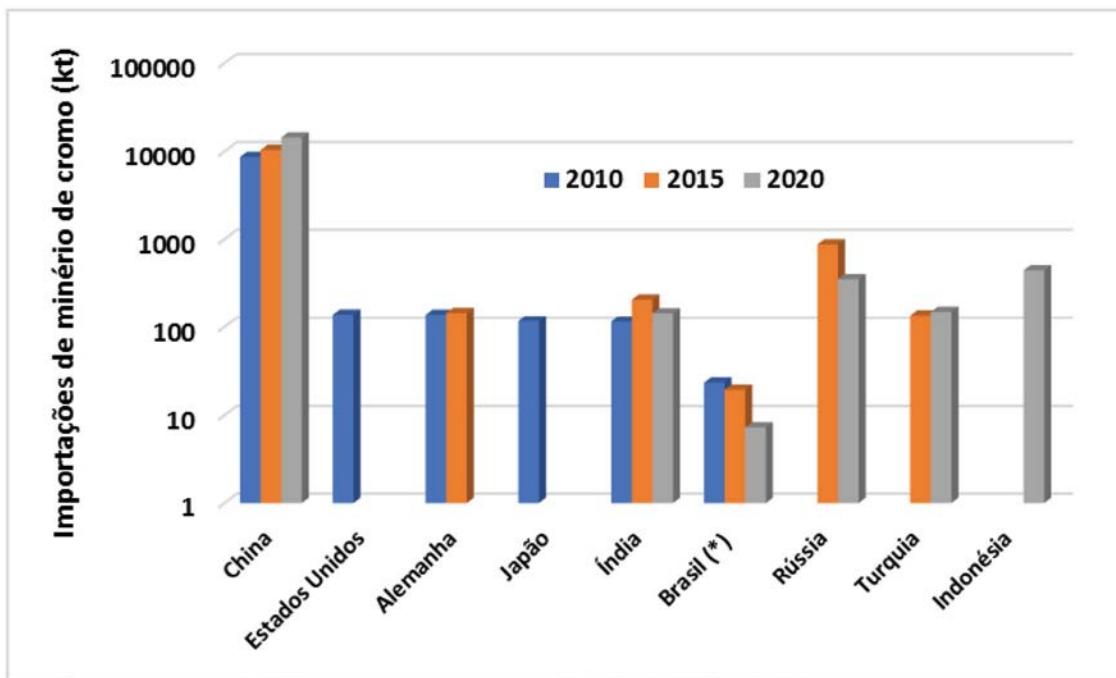
Em 2020, o Brasil se colocou na 16º posição no ranking mundial de importadores de minério de cromo. A Tabela 7 e o gráfico da Figura 7 mostra a evolução do ranking mundial, juntamente com os 5 países maiores importadores.

Tabela 7. Ranking dos principais importadores de minério de cromo beneficiado.

Coloca- ção	2010		2015		2020	
	País	Importações (kt)	País	Importações (kt)	País	Importações (kt)
1º	China	8.657,5	China	10.392,3	China	14.314,7
2º	Estados Unidos	139,1	Rússia	871,2	Indonésia	438,5
3º	Alemanha	138,6	Índia	205,4	Rússia	348,7
4º	Japão	116,9	Alemanha	145,3	Turquia	149,7
5º	Índia	115,3	Turquia	136,4	Índia	144,0
	Brasil (*) (14º)	23,3	Brasil (*) (12º)	19,4	Brasil (*) (16º)	7,2
					Outros	534,3
					Total	15.937,1

Fonte: U01 (2022). * COMEXSTAT MDIC (2022).

Figura 7. Ranking dos principais importadores de minério de cromo beneficiado.



Fonte: U01 (2022) e COMEXSTAT MDIC (2022)

Sendo a maior consumidora, mas sem reservas compatíveis, a China é fortemente dependente do fornecimento externo de minério de cromo, de forma que constitui-se como principal importadora de minério de cromo.

2.2.1.1.5. Exportações de Minério de Cromo

Em 2020, o Brasil se colocou na 8º posição no ranking de exportadores de minério de cromo. A Tabela 8 e o gráfico da Figura 8 mostram a evolução do ranking mundial dos 10 países maiores exportadores

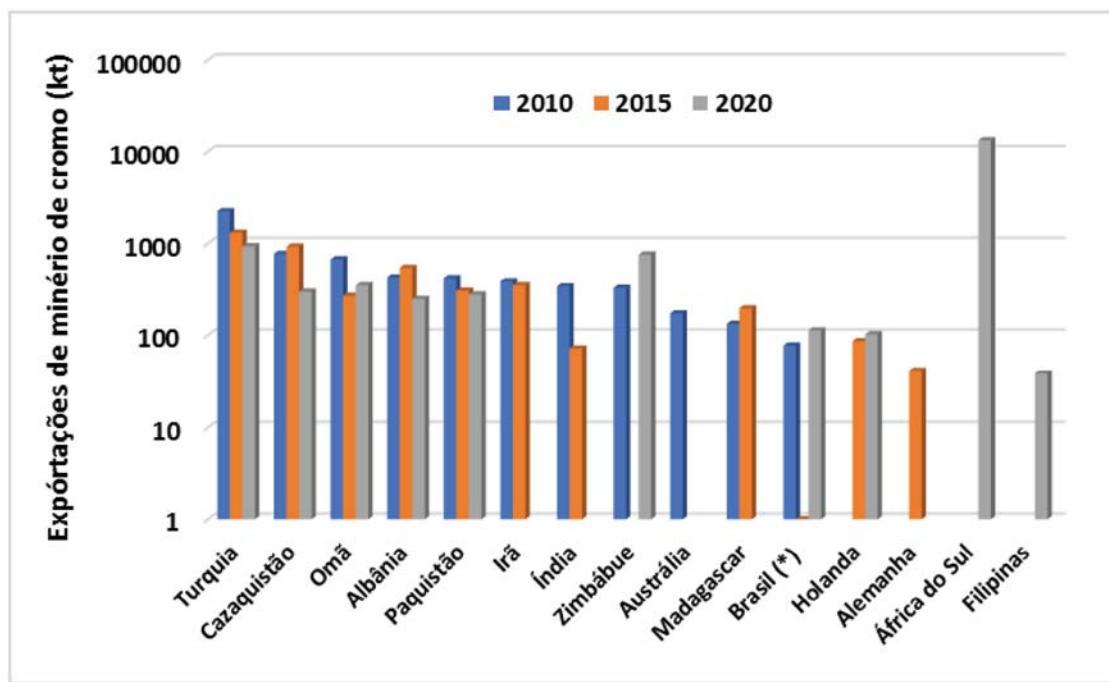
Em 2020, a África do Sul consolidou-se como a maior exportadora de minérios e concentrados de cromo. Já o outro grande produtor, o Cazaquistão, não se apresenta como um grande exportador de minério, direcionando sua produção para a fabricação das ferro-ligas. Como já comentado, a posição do Brasil no mercado internacional de cromo, é ainda incipiente.

Tabela 8. Ranking dos principais exportadores de minério de cromo beneficiado.

Colo- cação	País	2010		2015		País 2020	
		Exportações (kt)	País	Exportações (kt)	País	Exportações (kt)	
1°	Turquia	2.257,0	Turquia	1.325,3	África do Sul	13.468,3	
2°	Caza- quistão	770,1	Cazaquistão	924,1	Turquia	930,9	
3°	Omã	673,9	Albânia	545,6	Zimbá- bue	758,5	
4°	Albânia	428,4	Irã	351,6	Omã	351,1	
5°	Paquis- tão	421,7	Paquistão	305,9	Caza- quistão	299,3	
6°	Irã	389,0	Omã	270,3	Paquis- tão	279,0	
7°	Índia	341,7	Madagascar	197,7	Albânia	249,3	
8°	Zimbá- bue	328,5	Holanda	86,1	Brasil	112,5	
9°	Austrália	174,0	Índia	71,8	Holan- da	102,2	
10°	Mada- gascar	134,5	Alemanha	41,7	Filipi- nas	39,0	
	Brasil (*) (56°)	77,17	Brasil (*) (24°)	0,3			
TOTAL		6.238,9		4.224,4		16.735,8	

Fonte: U01 (2022), * COMEXSTAT MDIC (2022).

Figura 8. Principais exportadores de minério de cromo beneficiado.



Fonte: U01 (2022); COMEXSTAT MDIC (2022)

2.2.1.1.6. Porte das Empresas e Geração de Empregos

A Tabela 9, abaixo, mostra um panorama das empresas produtoras de Minério de Cromo no Brasil no ano de 2020, conforme seu porte, em termos de produção, e listando ainda os estados da federação onde estão instaladas suas operações e os números de empregos diretos e indiretos gerados.

A produção e empregos diretos foram estimados com base na arrecadação CFEM proporcional a produção nacional (ANM, 2022b).

Tabela 9. Panorama das empresas produtoras de minério de cromo no Brasil, por porte de produção, no ano de 2020.

Empresas de Grande Porte de Produção (>1Mta)				
Empresa	Produção (kt)	Estado	Empregos diretos	Empregos indiretos
FERBASA	1.238	BA	1.466	1.994
Total		Brasil		
Empresas de Micro Porte de Produção (> 10kta)				
Empresa	Produção (kt)	Estado	Empregos diretos	Empregos indiretos
RHI Magnesita	8	BA	300	600
Total		Brasil		
Total das Empresas por Porte de Produção				
Porte	Produção (kt)	Brasil	Empregos diretos	Empregos indiretos
Grande	1238	BA	1466	1994
Baixo	8	BA	300	600
Total	1246	Brasil	1766	2594

Fonte. ANM (2022b).

A FERBASA é a única produtora brasileira de grande porte. Dentre as demais poder-se-ia mencionar a RHI Magnesita, também na Bahia, com uma extração de 8000 t/ano, destinada à sua produção de refratários. A FERBASA opera duas minas, a de Ipueira, subterrânea, no Vale do Jacuruci, e a de Coitezeiro, na Serra da Jacobina. Até 2014 havia uma atividade de mineração no Amapá (Mineração Vila Nova), que foi desativada após o acidente no carregador do Porto de Santana e desativação da Estrada de Ferro do Amapá. Há notícias de micro extrações em Minas Gerais, mas sem registros.

A maior da produção na Bahia, decorre da concentração das reservas naquele estado, que também tem a única produtora de ferro-ligas de cromo. Tanto a mineração, quanto a metalurgia são da mesma empresa.

2.2.1.1.7. Porte dos Projetos em Andamento e/ou Previstos e Geração de Empregos

A Tabela 10, abaixo, mostra um panorama dos projetos em andamento e/ou previstos para a produção de minério de cromo no Brasil, com o ano de início, conforme seu porte, em termos de produção, e listando ainda os estados da federação onde estão instaladas suas operações e os números de empregos diretos e indiretos previstos.

Tabela 10. Panorama dos projetos em andamento e/ou previstos para a produção de minério de cromo no Brasil, por porte de produção, no ano de 2024.

Projetos de Médio Porte de Produção (<1Mta e > 100kta)						
	Empresa e Ano de início do projeto	Produção Prevista (kta)	Estado	Empregos diretos previstos	Empregos indiretos previstos	Ref
	FERBASA 2024	630	BA	600		
Total		630	Brasil	600		
Total dos Projetos por Porte de Produção						
	Porte dos Projetos e Ano de plena operação de todos	Produção Prevista (kt/a)	Estado	Empregos diretos previstos	Empregos indiretos previstos	Ref
	Médio	630	BA	600		
Total		630	Brasil	600		

Segundo a base de dados da ANM, há 15 requerimentos de lavra para cromo, indicando possíveis projetos no futuro. Note-se que cada requerimento não indica um projeto independente, pois alguns desses requerimentos podem acabar sendo agrupados em um mesmo projeto. Não obstante, há uma diversidade de requerimentos de lavra que podem se desenvolver em novos projetos.

2.2.1.1.8. Projeções para o Brasil até 2050 de Minério de Cromo Beneficiado

A Tabela 11 e os gráficos das Figuras 9a, 9b e 9c apresentam as projeções, até 2050, relativas ao mercado brasileiro de minério de cromo beneficiado, sendo consideradas as seguintes hipóteses:

i) reposição de reservas no Brasil da ordem de 7% ao ano (aproximadamente a metade do observado na década passada, em função da indisponibilidade de recursos); ii) produção de minério de cromo beneficiado crescendo a 2% ao ano (metade da taxa prevista para o aço, que está estimada em torno de 4% ao ano); iii) consumo e importação crescendo na mesma taxa da produção; iv) todo o excedente será exportado; e v) a geração de empregos crescerá na metade da taxa da produção, em função de haver poucas empresas atuantes no ramo.

Tabela 11. Projeções de indicadores selecionados relativos ao mercado brasileiro de cromo, até 2050.*

	2020	2022	2026	2030	2034	2038	2042	2046	2050
Reservas (kt beneficiado)	5.540	5.128	4.039	2.503	376	0	0	0	0
Produção (kt beneficiado)	584	595,7	619,9	645,1	376,0	0	0	0	0
Consumo (kt beneficiado)	372	387,0	418,9	453,5	490,8	531,3	575,1	622,5	673,8
Importações (kt beneficiado)	7	7,5	8,1	8,8	114,8	531,3	575,1	622,5	673,8
Exportações (kt beneficiado)	112	216,2	209,1	200,4	0	0	0	0	0
Empregos diretos	1.466	1.481	1.511	1.541	782	0	0	0	0
Empregos indiretos	1.994	2.014	2.055	2.096	1.064	0	0	0	0

*Considerando uma reposição de reservas no Brasil da ordem de 7% ao ano, aproximadamente a metade do observado na década passada, em função da indisponibilidade de recursos, que a produção de cromo crescerá em 2% ao ano, metade da taxa prevista para o aço, que está estimada em torno de 4% ao ano, que o consumo e a importação crescerão na mesma taxa da produção, que todo o excedente será exportado e que a geração de empregos crescerá na metade da taxa da produção

Figura 9a. Projeções de indicadores selecionados relativos às reservas de cromo, até 2050.

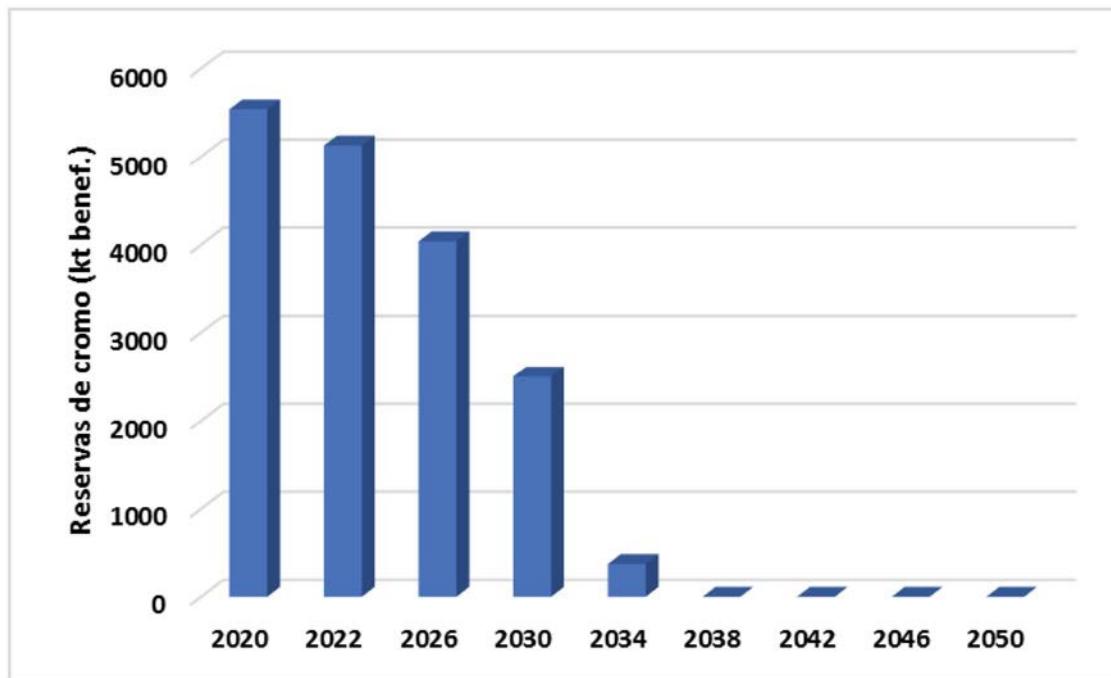


Figura 9b. Projeções de indicadores selecionados relativos à produção, ao consumo, às importações e às exportações de cromo, até 2050.

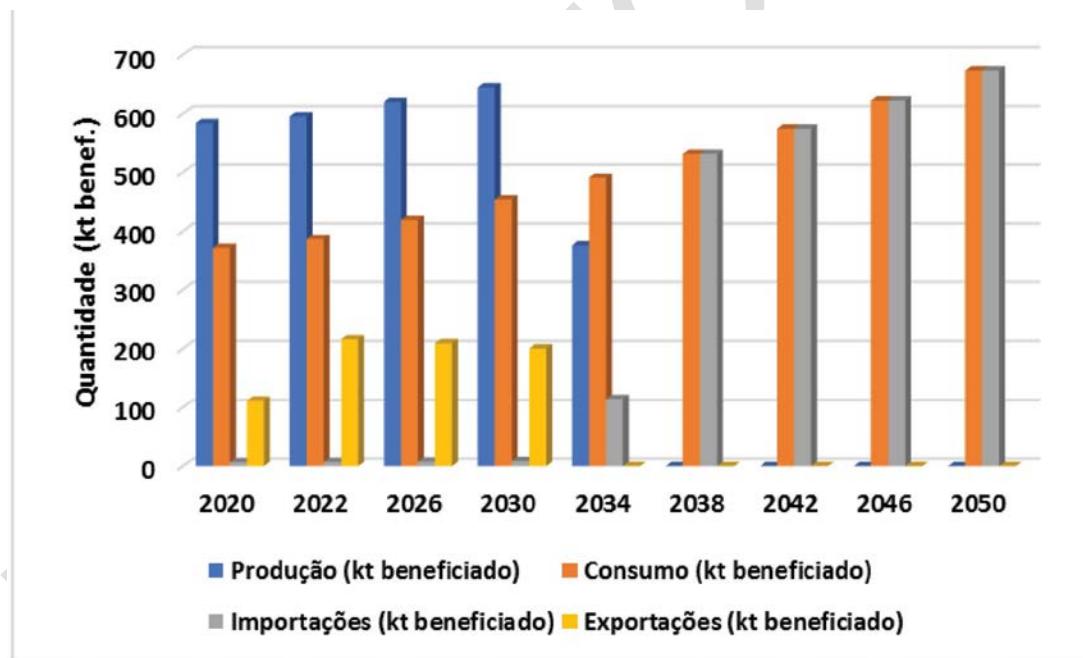
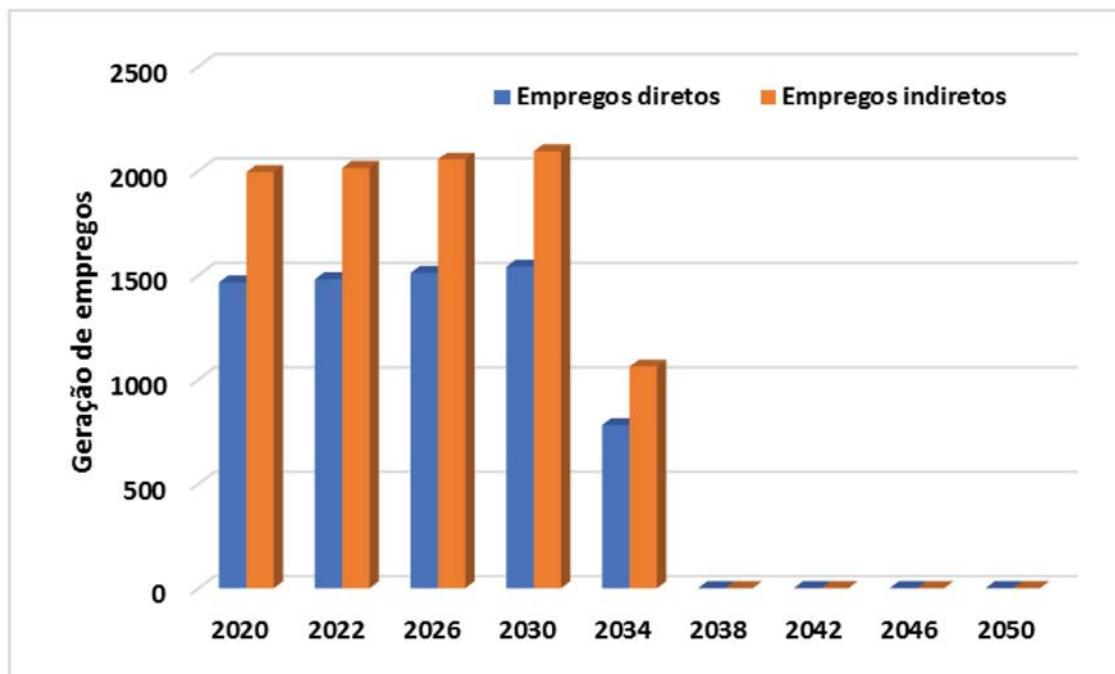


Figura 9c. Projeções de indicadores selecionados relativos à geração de empregos diretos e indiretos envolvidos com a mineração de cromo, até 2050.



Um indicativo importante da projeção acima é que, mesmo com premissas otimistas em relação às reservas e conservadoras com relação à produção, o Brasil tende a passar de exportador a forte importador de minério de cromo, tornando urgente a prospecção mineral, na expectativa de se descobrirem novos depósitos significativos.

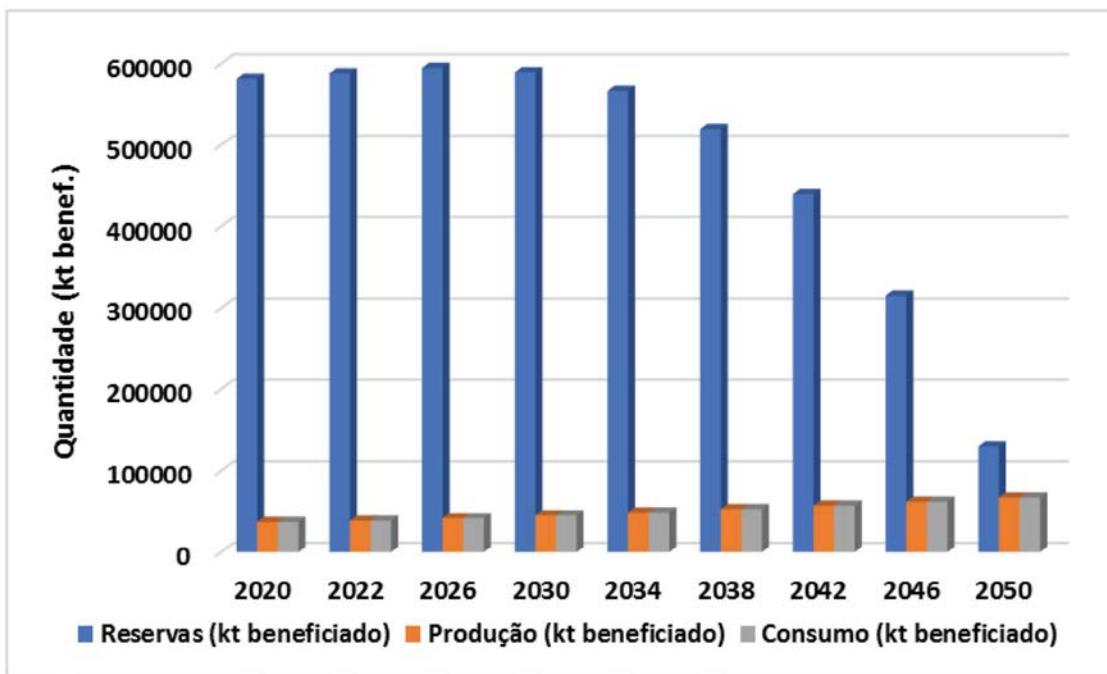
2.2.1.1.9. Projeções para o mundo até 2050 do Minério de Cromo Beneficiado

Os dados de estimativas das projeções para o mundo, até 2050, considerando uma reposição de reservas da ordem de 7% ao ano, próxima do observado na década passada, e que a produção de cromo crescerá em 2% ao ano, metade da taxa prevista para o aço, que está estimada em torno de 4% ao ano, e que o consumo acompanhará a produção, são apresentados na Tabela 12 e no gráfico da Figura 10.

Tabela 12. Projeções de indicadores selecionados relativos ao mercado mundial de cromo, até 2050.*

	2020	2022	2026	2030	2034	2038	2042	2046	2050
Reservas (kt beneficiado)	581.000	587.857	594.744	589.279	566.427	519.493	439.591	314.960	130.059
Produção (kt beneficiado)	37.000	38.495	41.668	45.103	48.821	52.845	57.201	61.916	67.020
Consumo (kt beneficiado)	37.000	38.495	41.668	45.103	48.821	52.845	57.201	61.916	67.020

Figura 10. Projeções de indicadores selecionados relativos ao mercado mundial de cromo, até 2050.



O cromo está envolvido em todas as aplicações referidas a alternativas energéticas, com exceção da energia fotovoltaica. A projeção estimada da demanda, segundo a *International Energy Agency* (IEA), para 2050, é da ordem de 1% ao ano, referido às alternativas energéticas. Essencialmente, no entanto, a participação mais relevante do cromo é na composição de aço inoxidável. Apesar do crescimento das reservas ser esperado nas regiões produtoras atuais, movido pelo nível pouco confortável de reservas estimadas já em 2050, existe uma grande atividade de pesquisa também em outras regiões, decorrente do cromo ser um metal crítico na fabricação de aços inoxidáveis.

Lista de referências

ANM. Agência Nacional de Mineração. SUMÁRIO MINERAL 2017. 37. ed. Brasília: Agência Nacional de Mineração, 2019. 201 p. (ISSN 0101 2053). Disponível em: https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral/sumariomineral_2017 Acesso em: 03 jun. 2022.

ANM. Agência Nacional de Mineração. ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO. 2022a

Disponível em:

https://app.anm.gov.br/DadosAbertos/AMB/Producao_Beneficiada.csv

Acesso em: 03 jun. 2022.

ANM. Agência Nacional de Mineração. **DADOS ABERTOS ARRECADAÇÃO CFEM**. 2022b

Disponível em: <https://app.anm.gov.br/DadosAbertos/ARRECADACAO/>

Acesso em: 03 jun. 2022.

COMEXSTAT MDIC. **EXPORTAÇÃO E IMPORTAÇÃO GERAL**. SH(4): 2610. 2022

Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>

Acesso em: 03 jun. 2022.

U01. UNITED NATIONS DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS | COMTRADE DATABASE. 2022. SH (4): 2610.

Disponível em: <https://comtrade.un.org/data/>

Acesso em: 03 jun. 2022.

U.S. GEOLOGICAL SURVEY. MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2012.

Reston, Va: U.S. Geological Survey, 2012. 191 p. (ISBN 9781411333499)

Disponível em: <https://pubs.er.usgs.gov/publication/mineral2012>

Acesso em: 03 jun. 2022.

U.S. GEOLOGICAL SURVEY. MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2017.

Reston, Va: U.S. Geological Survey, 2017. 206 p. (ISBN 9781411341043)

Disponível em: <https://pubs.er.usgs.gov/publication/mineral2012>

Acesso em: 03 jun. 2022.

U.S. GEOLOGICAL SURVEY. MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2022.

Reston, VA: U.S. Geological Survey, 2022. 202 p. (ISBN 9781411344341).

Disponível em: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022.pdf>.

Acesso em: 03 jun. 2022.

ALMEIDA, D.C., OLIVEIRA, M.C.P, BARRETO, M.S.S, SOUSA, J.S, ARAUJO, F.S.D. **LEVANTAMENTO HISTÓRICO DE PROCESSOS MINERÁRIOS DE CROMO NO ESTADO DO AMAPÁ**, ENTMME em:

<https://www.artigos.ENTMME.org/download/2017/ALMEIDA%20D%20C,%20OLIVEIRA%20M%20C%20P,%20BARRETO%20M%20S%20S,%20SOUSA%20J%20S,%20ARAUJO%20F%20S%20D%20-%20LEVANTAMENTO%20HIST%C3%93RICO%20DE%20PROCESSOS%20MINER%C3%81RIOS%20DE%20CROMO%20NO%20ESTADO%20DO%20AMAP%C3%81.pdf>

PLANO NACIONAL DE MINERAÇÃO 2050
PNM 2050

SINOPSE 02. Minério de Ferro

CADERNO 2: Pesquisa e Produção Mineral

2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira.....	59
2.2.1. Tipo de Minério.....	59
2.2.1.2 Minério de Ferro.....	59
2.2.1.2.1. Reservas de Minério de Ferro	59
2.2.1.2.2. Produção	62
2.2.1.2.3. Consumo	65
2.2.1.3.4. Importações.....	66
2.2.1.3.5. Exportações.....	67
2.2.1.3.6. Porte das Empresas e Geração de Empregos.....	68
2.2.1.3.7. Porte dos Projetos em Andamento e/ou Previstos e Geração de Empregos.....	71
2.2.1.3.8. Projeções para o Brasil até 2050	73
2.2.1.3.9. Projeções para o mundo até 2050	75

2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira

2.2.1. Tipo de Minério

Metálicos Ferrosos

2.2.1.2 Minério de Ferro

O ferro é o quarto elemento mais abundante da crosta terrestre, cuja composição participa com 4,5% em massa. As denominações dos minérios de ferro explorados para fins comerciais são as seguintes: itabirito, hematita, magnetita e goethita. Os diferentes minérios de ferro explorados comercialmente no Brasil têm teores elevados de ferro e baixo teor elementos deletérios nos processos siderúrgicos, tais como o enxofre, o alumínio, o fósforo e os carbonatos.

O ferro é o metal mais utilizado em todo o mundo, utilizado principalmente pelas indústrias de construção, engenharia, automotiva e de máquinas, como o principal ingrediente do aço. Assim, a oferta de minério de ferro é um fator importante para a economia global.

2.2.1.2.1. Reservas de Minério de Ferro

A base de reservas globais refere-se à quantidade de minério de ferro medido que atende a critérios mínimos em relação às práticas atuais de mineração e produção. No Brasil as principais províncias minerais de ferro se encontram nos estados do Minas Gerais, Pará, Mato Grosso, Bahia, Tocantins e Amapá.

As mineralizações ferríferas no estado de Minas Gerais possuem importância crucial para o desenvolvimento do estado, com depósitos concentrados, principalmente no Quadrilátero Ferrífero, com reservas da ordem de 28,0 bilhões de toneladas de minério, representando 81,6% da reserva medida nacional (SDE MG).

As mineralizações ferríferas do estado do Pará estão concentradas no sul do estado e correspondem a 10,6% das reservas nacionais do bem mineral.

A reserva brasileira de minério de ferro apresentada no Boletim do Setor Mineral, da Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral é de 33,7 bilhões de toneladas de minério de ferro. As reservas medidas no Brasil de minério de

ferro com distribuição no território nacional conforme mostrado, na Tabela 1 e no gráfico da Figura 1, abaixo.

Tabela 1. Distribuição estadual das reservas brasileiras de minério de ferro em 2020.

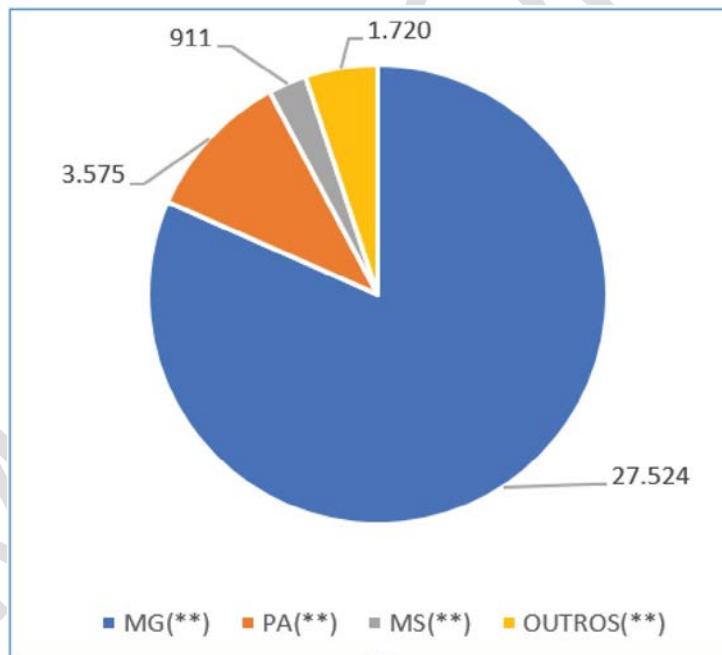
Estado	Reserva Medida de Minério de Ferro (Mt)*
MG(**)	27.524
PA(**)	3.575
MS(**)	911
OUTROS(**)	1.720
BRASIL	33.731

**Embora os dados relativos a reservas as considerem como medidas, indicadas e inferidas, é importante ressaltar que, a partir de 2022, as classificações obedecerão ao estabelecido pela “Resolução nº 94, de 7 de fevereiro de 2022, do Ministério de Minas e Energia, Agência Nacional de Mineração”.

(**) estimado a partir de SDE MG, 2020.

Fonte: BSM, 2020

Figura 1. Distribuição estadual das reservas brasileiras de minério de ferro (Mt).



Fonte: BSM, 2020

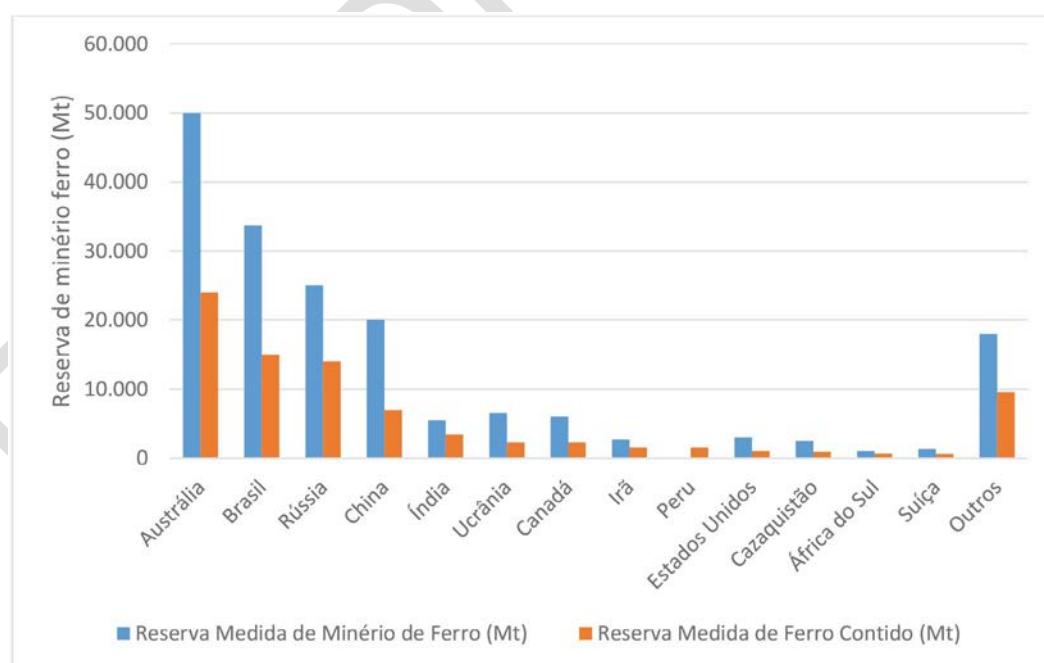
Tais reservas colocam o Brasil, no ano de 2020, na 2^a posição no ranking mundial em reservas medidas de ferro, conforme mostrado na Tabela 2 e no gráfico da Figura 2, juntamente com outros países com reservas significativas no mundo.

Tabela 2. Ranking dos principais detentores mundiais das reservas de ferro, no ano de 2020.

Colocação	Colocação País	Reserva Medida de Minério de Ferro (Mt)	Reserva Medida de Ferro Contido (Mt)
1º	Austrália	50.000	24.000
2º	Brasil	33.731(*)	15.000
3º	Rússia	25.000	14.000
4º	China	20.000	6.900
5º	Índia	5.500	3.400
6º	Ucrânia	6.500	2.300
7º	Canadá	6.000	2.300
8º	Irã	2.700	1.500
9º	Peru	-	1.500
10º	Estados Unidos	3.000	1.000
11º	Cazaquistão	2.500	900
12º	África do Sul	1.000	640
13º	Suíça	1.300	600
	Outros	18.000	9.500
	Total	180.000	84.000

Fonte: MCS, (2022). (*) BSM, 2020

Figura 2. Ranking dos principais detentores mundiais das reservas de ferro, no ano de 2020.



Fonte: MCS, (2022)' (*) BSM, 2020

As reservas globais de minério de ferro, são de 180 bilhões de toneladas métricas de minério bruto, o equivalente a 84 bilhões de toneladas métricas de ferro metálico. Na tabela 2 observa-se os dados das maiores reservas de ferro do mundo, tanto em minério de ferro como em ferro contido, com a Austrália em 1º lugar, com 28% das reservas globais. As reservas brasileiras colocam o país como detentor da segunda maior reserva de ferro do mundo, detendo em seu território 19% das reservas mundiais. Segue-se a Rússia com 14%, e a China, principal país consumidor de ferro, com 11% das reservas mundiais.

2.2.1.2.2. Produção

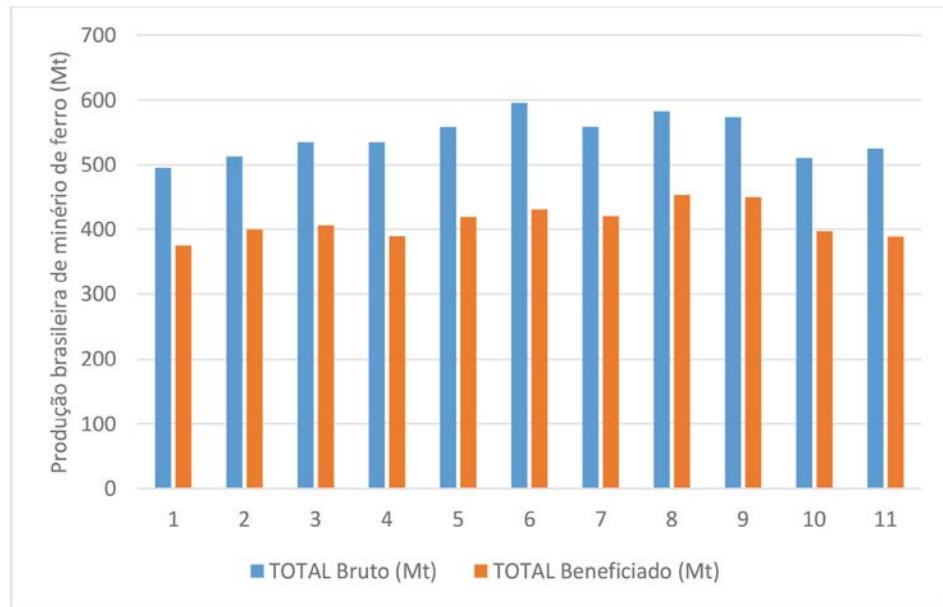
A produção no Brasil está concentrada nos estados de Minas Gerais e do Pará, ambos com 49% da produção nacional, e que juntos totalizam 98% da produção. O estado do Mato Grosso do Sul corresponde a 1%. A Tabela 3 e a Figura 3 apresentam a produção de minério de ferro beneficiada, no período de 2010 a 2020, distribuída nos estados brasileiros.

Tabela3. Produção brasileira de minério de ferro (total beneficiado e total bruto) por estado no período de 2010 a 2020, em Mt

Produção de minério de Ferro (Mt)											
Estado	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
AP	4,2	5,5	6,8	6,3	2,0						
BA				0,3	0,4	0,1					0,3
CE					0,3						
ES											0,1
MG	262,3	275,5	282,6	268,8	288,4	295,0	268,6	281,7	252,4	203,7	191,8
MS	6,6	7,5	8,7	7,9	7,5	5,9	3,5	2,7	3,9	4,2	4,1
PA	101,8	110,3	107,4	105,5	120,1	129,6	148,1	169,2	193,6	188,8	192,3
SP	0,2	0,5	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,3
TO		0,3	0,3	0,2	0,1						
TOTAL Beneficiado	375,2	399,6	406,1	389,4	419,3	430,9	420,7	453,9	450,4	396,9	388,7
TOTAL Bruto	495,8	512,9	534,4	534,4	558,3	595,8	558,6	583,2	573,3	510,4	524,8

Fonte: ANM (2022a) e ANM (2022b).

Figura 3: Produção brasileira, por ano, de Minério de Ferro, desde 2010 até o ano de 2021.



Fonte: ANM, 2020.

Dada a importância deste bem para a economia brasileira os estados de Minas Gerais e do Pará estão amparados por uma logística muito eficiente, com a produção escoada para portos de águas profundas nas regiões norte e sudeste (Maranhão, Espírito santo e Rio de Janeiro), com a utilização de ferrovias de grande capacidade (estrada de ferro Vitória a Minas, estrada de ferro Carajás e MRS logística), ou através de minerodutos.

A sua produção coloca o Brasil, no ano de 2020, como 2^a maior produtor mundial de minério de ferro e a Tabela 4 e o gráfico da Figura 4 mostram os países com as maiores produções no mundo.

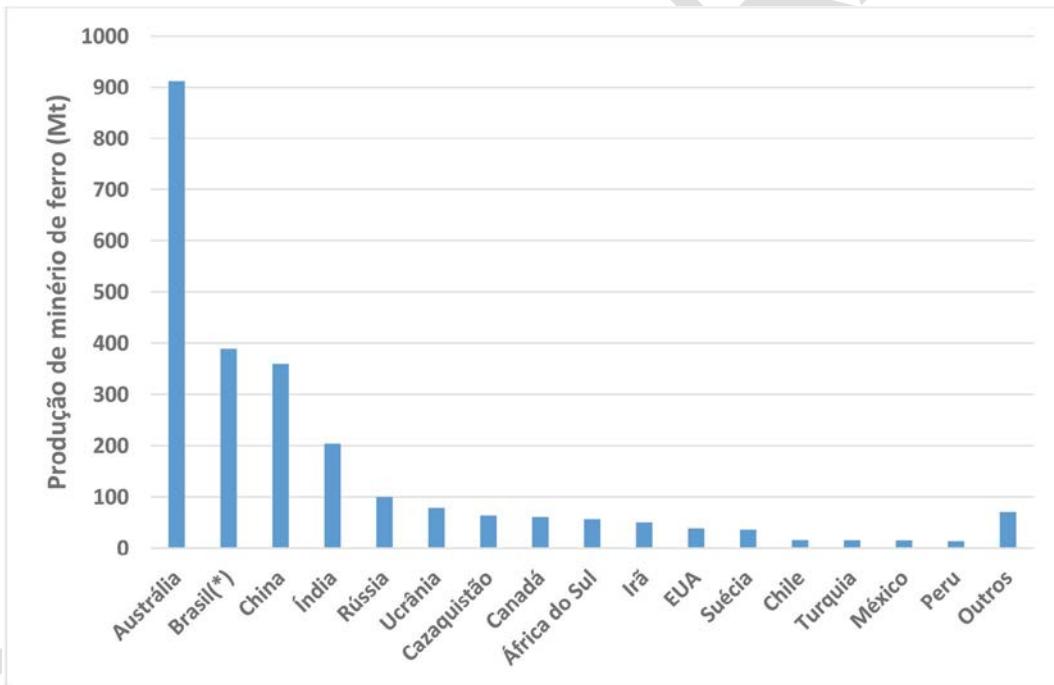
Tabela 4. Classificação dos principais produtores mundiais de minério de ferro.

Colocação	2010		2015		2020	
	País	Produção (Mt)	País	Produção (Mt)	País	Produção (Mt)
1º	China	1.070	Austrália	817	Austrália	912
2º	Austrália	433	Brasil	430	Brasil(*)	389
3º	Brasil	375	China	375	China	360
4º	Índia	230	Índia	156	Índia	204
5º	Rússia	101	Rússia	101	Rússia	100
6º	Ucrânia	78	Africa do Sul	73	Ucrânia	78,8

7º	Africa do Sul	59	Ucrânia	67	Cazaquistão	62,9
8º	EUA	50	EUA	46	Canadá	60,1
9º	Canada	37	Canadá	46	Africa do Sul	55,6
10º	Irã	28	Irã	27	Irã	49,5
11º	Suécia	25	Suécia	25	EUA	38,1
12º	Cazaquistão	24	Cazaquistão	21	Suécia	35,8
13º	México	14	Outros	132	Chile	15,6
14º	Venezuela	14			Turquia	15,4
15º	Mauritânia	11			México	14,9
16º	Outros	48			Peru	13,3
					Outros	69,5
Total		2.592		2.283		2474

Fonte: USGS, (2010-2022)

Figura 4. Principais produtores mundiais de minério de ferro em 2020.



Fonte: USGS, (2010-2022)

Com base na produção de minério de ferro de alto teor, a Austrália e o Brasil são os dois maiores produtores do mundo. Em 2020, a Austrália produziu cerca de 900 milhões de toneladas métricas de minério de ferro, enquanto a produção do Brasil chegou a 389 milhões de toneladas métricas.

2.2.1.2.3.

O consumo brasileiro de minério de ferro de 2010 até 2020, é mostrado na Tabela 5 e no gráfico da Figura 5.

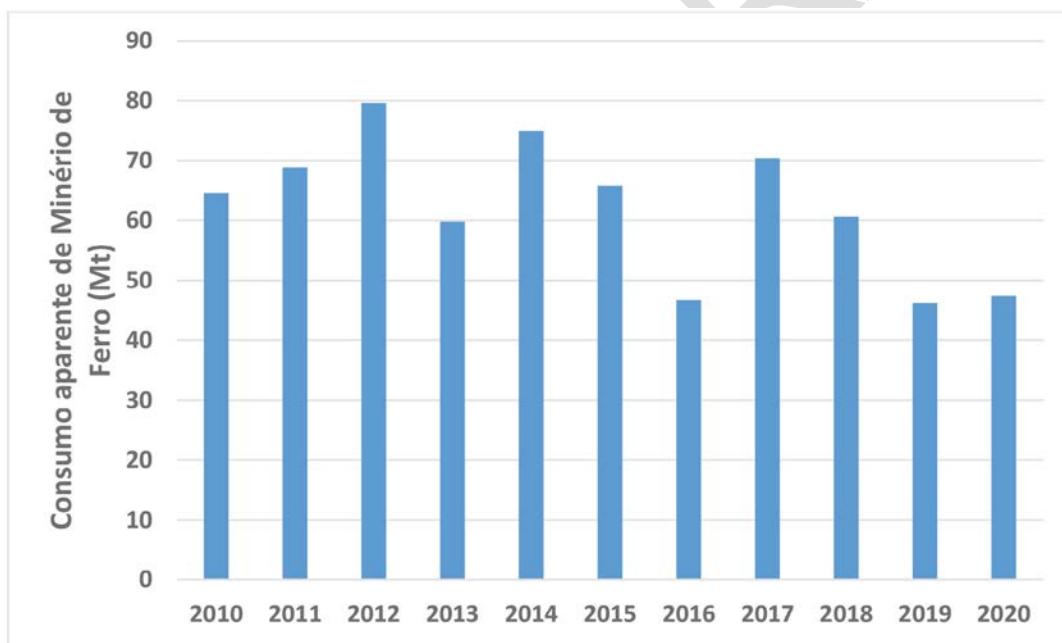
Tabela 5. Consumo aparente brasileiro de minério de ferro, desde 2010 até o ano de 2020.

	Consumo ^(e) (Mt)										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
BRASIL	64,6	68,8	79,6	59,8	74,9	65,8	46,7	70,4	60,6	46,2	47,4

(e) - Consumo aparente = Produção + Importação – Exportação.

Fontes: ANM (2022a) e COMEXSTAT MDIC (2022)

Figura 5. Consumo aparente brasileiro de minério de ferro, desde 2010 até o ano de 2020.



Fonte: Comexstat (2022) e AMB (2022)

O seu consumo coloca o Brasil, no ano de 2020, na 6º posição no ranking mundial de consumidores de minério de ferro e a Tabela 6 mostra sua evolução no ranking mundial, juntamente com os 7 países com maiores consumidores no mundo.

Tabela 6. Ranking dos principais consumidores mundiais de minério de ferro, em Mt.

Colocação	2010		2015		2020	
	País	Consumo (Mt) ^(e)	País	Consumo (Mt) ^(e)	País	Consumo (Mt) ^(e)
1°	China	1.688	China	1.327	China	1.514
2°	Japão	134	Índia	204	Índia	152
3°	Índia	97	Japão	131	Japão	99
4°	Rússia	79	Rússia	88	Rússia	61
5°	África do Sul	74	Rep. da Coréia	73	Ucrânia	52
6°	Brasil*	65	Brasil*	66	Brasil*	47

(e) - Consumo aparente = Produção + Importação – Exportação.

*ANM (2022a) e COMEXSTAT MDIC (2022)

Fonte: U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2012); U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2017); U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2022); U01, (2022).

2.2.1.3.4. Importações

O volume de importações de minério de ferro do Brasil é baixo, a produção brasileira é suficiente para cobrir a demanda nacional deste bem. A Tabela 7 mostra os 10 países com as maiores importações no mundo.

Tabela 7 – Principais países importadores de minério de ferro, no período 2010-2020 em Mt

Colocação	2010		2015		País 2020	
	País	Importação (Mt)	País	Importação (Mt)	País	Importação (Mt)
1°	China	618	China	952	China(*)	1170
2°	Japão	134	Japão	131	Japão	99
3°	Rep. da Coréia	56	Rep. da Coréia	73	Alemanha	34
4°	Alemanha	43	Alemanha	42	Taiwan	21
5°	Taiwan	19	Taiwan	24	Malásia	19
6°	França	15	França	16	Omã	10
7°	Itália	13	Malásia	15	Holanda	8
8°	Reino Unido	11	Reino Unido	12	Canadá	7
9°	Áustria	9	Omã	11	Egito	6

10º	Holanda	9	Turquia	10	Bélgica	6
	Outros	99	Outros	117	Outros	50
TOTAL		1026		1403		1430

*Metal News (2021)

Fontes: U01 (2022)

A China é a maior produtora de aço do mundo, o que torna ela a maior importadora de minério de ferro do mundo. A China importa minério de ferro principalmente da Austrália, Brasil, Índia, Ucrânia e Canadá (U02, 2022). O volume das importações da China representa 82% das importações mundiais.

2.2.1.3.5. Exportações

O seu volume de exportações coloca o Brasil, no ano de 2020, na 2º posição no ranking mundial de exportadores de minério de ferro e a Tabela 8 mostra sua evolução no ranking mundial, juntamente com os 10 países com maiores exportações no mundo.

Tabela 8 – Principais países exportadores minério de ferro, no período 2010-2021 em Mt.

Coloca- ção	2010		2015		País 2020	
	País	Exportações (Mt)	País	Exportações (Mt)	País	Exportações (Mt)
1º	Austrália	428	Austrália	810	Austrá- lia	869
2º	Brasil(*)	311	Brasil(*)	365	Brasil(*)	342
3º	Índia	134	África do Sul	67	Canadá	55
4º	Ucrânia	33	Ucrânia	46	Índia	52
5º	Canadá	33	Canadá	37	Suíça	27
6º	Rússia	22	Rússia	21	Rússia	26
7º	Irã	17	Chile	14	Malásia	21
8º	Caza- quistão	12	Irã	14	Chile	16
9º	Chile	10	Malásia	13	China	16
10º	EUA	10	Mauritâ- nia	11	Peru	13
	outros	54	outros	53	outros	63
TOTAL		1064		1451		1436

Nota: * Comexstat

Fonte: Fonte: U02, (2022).

Austrália e o Brasil são os maiores produtores exportadores de minério de ferro, a China é o maior importador de minério de ferro e essa demanda define significativamente o mercado global. Quase dois terços das exportações globais de minério de ferro vão para a China – mais de um bilhão de toneladas métricas.

A mineração de ferro representa grande importância econômica no Brasil, cujo principal uso e a principal demanda é a produção de aço, onde a China é o principal destino das exportações brasileiras de minério de ferro o que justifica a estreita relação desse mercado entre Brasil e China, a maior produtora de aço do mundo.

2.2.1.3.6. Porte das Empresas e Geração de Empregos

As cotações internacionais do minério de ferro têm impulsionado o faturamento do setor no Brasil e levado mineradoras de pequeno e médio portes a reativar antigos projetos e realizar investimentos. A leitura do mercado é de que as cotações tendem a se manter em patamar elevado, pelo menos no médio prazo. As Tabelas 9 e 10 apresentam as empresas produtoras de minério de ferro no Brasil de grande e médio porte, juntamente com a estimativa de geração de empregos diretos e indiretos.

Tabela 9. Produção, participação e geração de empregos diretos e indiretos, pelas empresas de grande porte, produtoras de minério ferro, com empregos estimados considerando exclusivamente a atividade direta de mineração.

Empresas de Grande Porte de Produção (>1Mta.produto)					
	PRINCIPAIS EMPRESAS	Produção (Mta.produto)	Participação (%)	Empregos diretos*	Empregos indiretos*
1	Vale S.A.	394,9	75,49%	126.650	202.640
2	CSN Mineração	53,1	10,15%	3.810	6.096
3	Anglo American	37,9	7,25%	2.720	4.352
4	Mineração Usiminas	9,1	1,74%	2.333	3.733
5	Vallourec Tubos do Brasil	7,0	1,33%	1.793	2.869
6	Baovale Mineração	6,3	1,20%	1.611	2.578
7	Ferro+ Mineração	4,4	0,83%	1.120	1.792
8	Ferrous Resources	3,9	0,74%	989	1.583
9	Extrativa Mineral	3,3	0,63%	847	1.355
10	Mineração Corumbaense	2,8	0,53%	710	1.136
11	Arcelor Mittal	2,2	0,42%	558	892
12	Gerdau Acominas	2,0	0,39%	517	828
13	Mineração Conemp	2,0	0,38%	510	816

14	JMN Mineração	1,8	0,35%	471	754
15	Minerita Minérios Itauna	1,3	0,25%	339	542
16	Mineração Baratinha	1,2	0,23%	312	499
17	Itamínas Com de Mínérios	1,2	0,23%	311	498
18	Mineração Comisa	1,2	0,23%	305	489

* Considerando 8.000 toneladas por ano de minério lavrado (ROM) e beneficiado, por emprego direto, na condição estacionária (sem obras de expansão, sem decapamento e sem supressão vegetal) e uma geração de empregos indiretos 60% superior à dos diretos, conforme observado de maneira geral, no setor de minério de ferro.

Fonte: Brasil mineral, (2021).

Tabela 10. Produção, participação e geração de empregos diretos e indiretos, pelas empresas de médio porte, produtoras de minério ferro, com empregos estimados considerando exclusivamente a atividade direta de mineração.

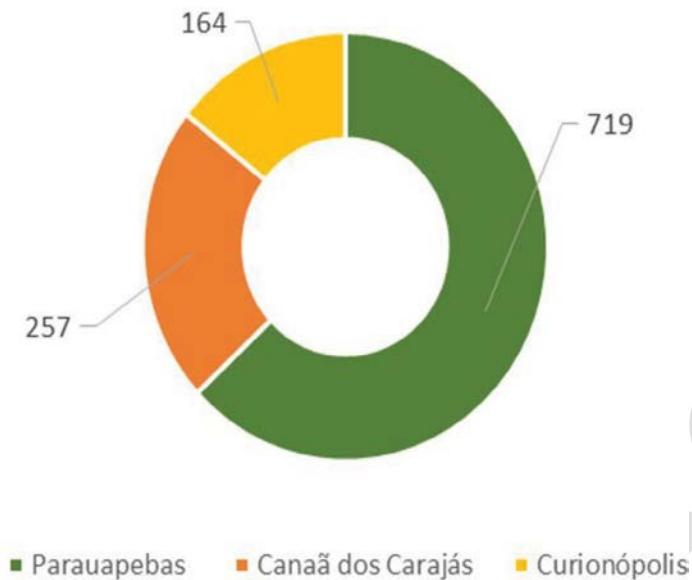
Empresas de médio Porte de Produção (<1Mta.produto)					
	PRINCIPAIS EMPRESAS	Produção (Mt/a.produto)	Participação (%)	Empregos diretos*	Empregos indiretos*
1	Cia Min Serra da Farofa	0,9	0,17%	221	354
2	Ferromar Ind e Comercio	0,9	0,16%	182	291
3	Mineral do Brasil	0,7	0,14%	167	267
4	CSN Minérios Nacional	0,6	0,12%	162	259
5	MBL Metais Básicos	0,6	0,12%	135	216
6	MML Metais Mineração	0,5	0,10%	132	212
7	AVG Empreendimentos	0,5	0,10%	129	207
8	SAFM MINeração	0,5	0,10%	107	171
9	Mineração Serra da Moeda	0,4	0,08%	100	161
10	MMX Corumbá	0,4	0,07%	81	129
11	Ferro puro Mineração	0,3	0,06%	67	106

Fonte: Brasil mineral, (2021).

* Considerando 8.000 toneladas por ano de minério lavrado (ROM) e beneficiado, por emprego direto, na condição estacionária (sem obras de expansão, sem decapamento e sem supressão vegetal) e uma geração de empregos indiretos 60% superior à dos diretos, conforme observado de maneira geral, no setor de minério de ferro.

Com uma produção de 106,09 Mt por ano, o Complexo de Mineração Serra Norte no Brasil foi classificado como a maior mina de minério de ferro do mundo em 2020. No ano de 2020, a extração de Minério de Ferro, no estado do Pará, foi responsável pela geração da maior parte das vagas no setor de Extração Mineral, notadamente nos municípios de Parauapebas (719), Canaã dos Carajás (257) e Curionópolis (164), conforme ilustrado na Figura 6.

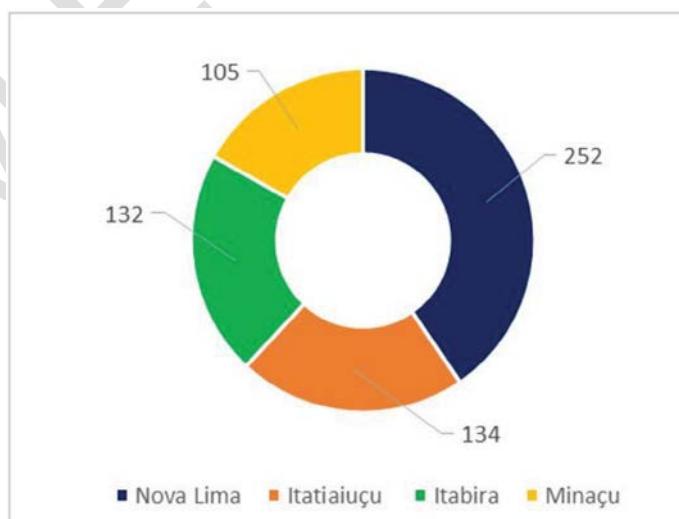
Figura 6: Geração de empregos no estado do Pará pela produção de minério de ferro, no ano de 2020.



Fonte: *Brasil mineral*, (2021).

Em Minas Gerais, no ano de 2020, conforme apresentado na Figura 7, a Extração de Minério de Ferro adicionou mais vagas nos municípios de Nova Lima (252), Itatiaiuçu (134), Itabira (132) e Minaçu (105). A extração do minério de ferro é a principal atividade da mineração em Minas Gerais, motivo pelo qual concentra o maior número de empregos diretos (33,0 mil) e valores de massa salarial (R\$152,1 milhões).

Figura 7: Geração de empregos no estado de Minas Gerais pela produção de minério de ferro, em 2020.



Fonte: *Brasil mineral*, (2021).

Dentre os grupos de atividades da indústria extractiva mineral, o salário médio do trabalhador da extração de minério de ferro, apresentou um valor de R\$ 3.351,90, em 2021.

2.2.1.3.7. Porte dos Projetos em Andamento e/ou Previstos e Geração de Empregos

Os principais investimentos em minério de ferro divulgados pelas mineradoras no Brasil, programados para os próximos anos, somam aproximadamente 11 bilhões de dólares. No entanto, existem mais investimentos previstos e em fase de estudo. Esses investimentos permitirão que o Brasil continue a atender as demandas por minério de ferro do mercado interno e também com forte presença no mercado transoceânico. A Tabela 7 apresenta os principais investimentos a serem realizados por empresas de mineração, nas diversas localidades onde se encontram instalados os projetos minerais.

Tabela 7: Investimentos previstos em projetos de mineração no Brasil

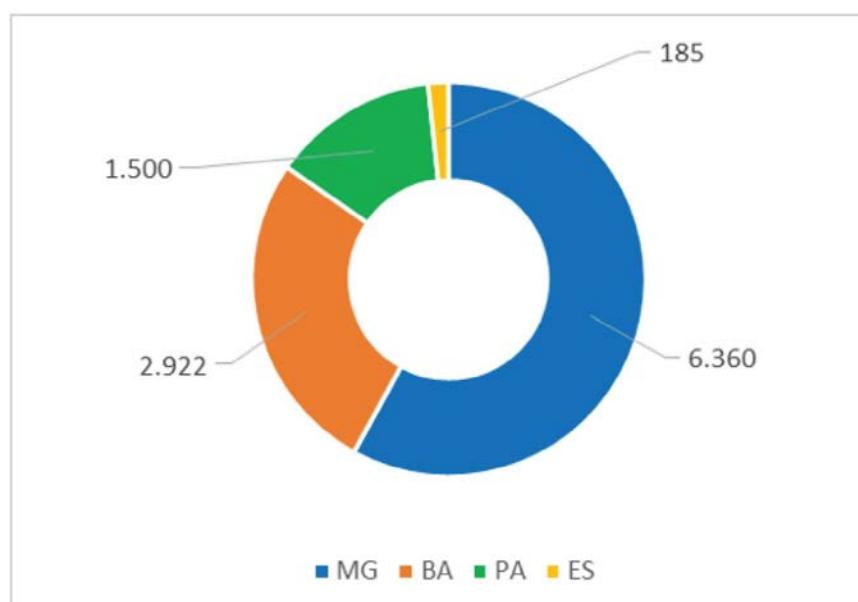
EMPRESA	Investimentos (US\$ milhões)	Município	Estado	Empregos diretos previstos	Empregos indiretos previstos
Bamin	2.700	Caetité	BA	5.420	9.580
CSN Mineração	2.222	Congonhas / Ouro Preto / Itabirito	MG	4.460	7.883
Vale S.A.	1.500	Canaã	PA	3011	5.321
Gerdau	1.111	Itabirito / Ouro Branco	MG	2.230	3.941
Sul Americana de Metais (SAM)	1.680	Grão Mogol	MG	3.237	5.960
Anglo American	815	diversos	MG	1.636	2.890
ArcelorMittal	444	Itatiaiuçu / João Moreira	MG	891	1.575
Brazil Iron Mineração Ltda	222	Piatã	BA	378	787
Morro do Pilar Minerais S.A.	185	Colatina e Linhares	ES	371	656
Usiminas	60	Itatiaiuçu	MG	235	435
Cedro Mineração	28	Mariana	MG	156	379

Fonte: Brasil mineral, (2021).

Os projetos de minério de ferro com baixo teor no norte de Minas Gerais e na Bahia serão uma nova fonte de suprimento de minério de ferro beneficiado (pellet feed), e tendem a viabilizar a implementação de novas unidades de produção de ferro gusa, briquetes e eventualmente de pelotização no Brasil.

A Figura 8 ilustra o montante previsto de investimento para produção de minério de ferro nos estados de Minas Gerais, Bahia, Pará e Espírito Santo.

Figura 8: Investimento previstos para produção de minério de ferro por estado, em milhões de dólares.



Fonte: Brasil mineral, (2021).

Em 2021, a Vale anunciou a produção do “briquete verde”, prevista para 2023 (capacidade inicial de produção de 7 Mta e futuramente de 50 Mta), com investimento inicial da ordem de US\$ 185 milhões. As usinas 1 e 2 de pelotização, em Tubarão (Vitória/ES), serão convertidas para essa finalidade, assim como será construída uma nova planta no Complexo de Vargem Grande (MG). Minas importantes como Brucutu e Itabira estão voltando a produzir à plena ocupação da capacidade instalada e a expansão do Sistema Norte está pronta para permitir que a Vale alcance uma forte taxa de execução de novos projetos ao longo tempo, gerando novas vagas de emprego para o estado. (Vale, 2021)

Com a terceira maior reserva de minério de ferro e a primeira de manganês do Brasil, Mato Grosso do Sul tem potencial para ampliar a produção mineral, com novos projetos de mineração de ferro a serem divulgados em Corumbá, e que,

segundo o governo de estado, irão gerar mais de 300 empregos na produção de 4 milhões de toneladas de minério de ferro por ano a partir de 2023, e em plena capacidade devem atingir 8 milhões de toneladas de minério de ferro (EPE, 2022).

A empresa Vetria Mineração, ainda sem divulgação detalhada e, portanto, não listada na tabela acima, planeja investimentos da ordem de 11,5 bilhões de reais, em projetos de sua jazida de minério de ferro em Corumbá (MS), que, segundo avaliação feita pela consultoria Coffey Mining, possui cerca de 10 bilhões de toneladas de recursos minerais inferidos, com teor médio de ferro estimado na jazida de 46 %. (IBRAM)

2.2.1.3.8. Projeções para o Brasil até 2050.

A produção brasileira é influenciada pelo mercado global e é sustentada pelo o aumento da produção mundial de aço bruto, fruto do aumento da população urbana, do aumento do PIB e da aceleração da indústria de bens de consumo duráveis.

A projeções brasileiras para o minério de ferro apontam para a necessidade de sistemas de produção mais complexos, sistêmicos, resilientes, rastreáveis, tecnológicos, inclusivos e de baixa emissão de gases de efeito estufa (GEE).

Os grandes desafios que o setor enfrenta são o financiamento de novos projetos e o licenciamento de processos que necessitem de etapas de processamento a úmido, principalmente para as pequenas e médias mineradoras.

A Tabela 8 apresenta as projeções de crescimento da produção e comercialização, bem como a expectativa de geração de empregos diretos e indiretos ao longo do período de 2020 a 2050.

Tabela 8: Projeções de crescimento da produção e comercialização do minério de ferro brasileiro

	2020	2021	2022	2026	2030	2034	2038	2042	2046	2050
Reservas Medi-das (Bt) ¹	98,6	98,08	97,55	95,4	93,18	90,88	88,52	86,07	83,55	80,95
Produção (Mt) ²	523	527,2	531,4	548,6	566,4	584,7	603,7	623,2	643,4	664,2
Consumo (Mt)	121	122	122,9	126,9	131	135,3	139,7	144,2	148,9	153,7
Importações (Mt)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Exportações (Mt)	402	405,2	408,5	421,7	435,3	449,4	464	479	494,5	510,6
Empregos diretos	141.351	142.486	143.622	148.270	153.081	158.027	163.162	168.432	173.892	179.514
Empregos indiretos	226.162	227.978	229.795	237.232	244.930	252.843	261.059	269.492	278.227	287.222

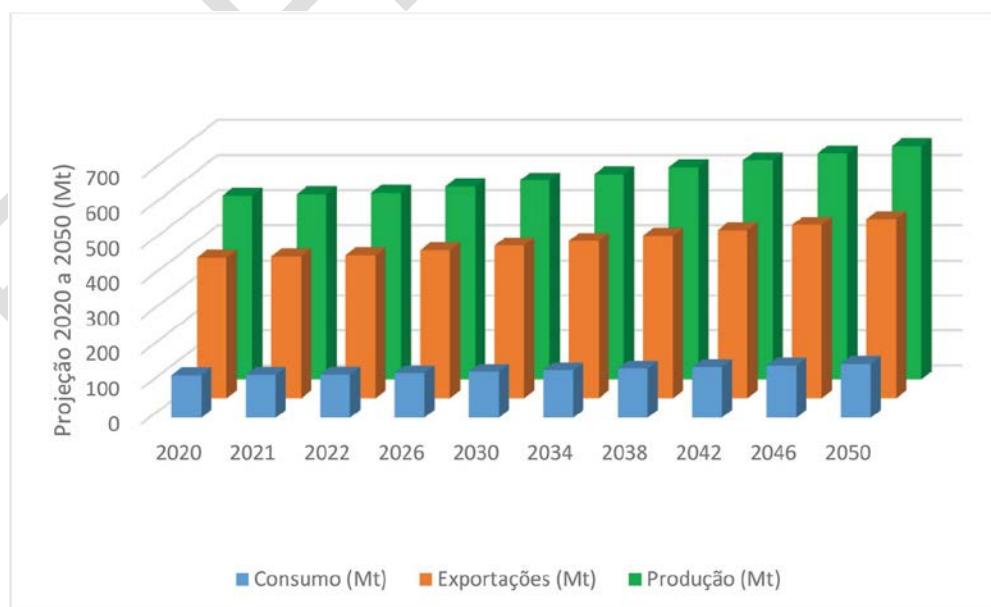
¹Considerando as reservas das empresas já em operação, juntamente com as declaradas pelas empresas de Mineração de ferro e mantidas fixas, para evidenciar a necessidade de exploração de novos depósitos.

²Considerando as produções das empresas já em operação, juntamente com as dos projetos já divulgados.

³Considerando manutenção do consumo atual, com aumento de 0,8% ao ano, para atender ao mercado que deve experimentar novas tendências, como novas tecnologias de processamento, aumento da demanda por veículos leves para aço automotivo e aumento da demanda por minério de ferro de baixo teor, e fatores como o aumento da produção de aço bruto, o aumento da população urbana, e a aceleração da indústria de bens de consumo duráveis.

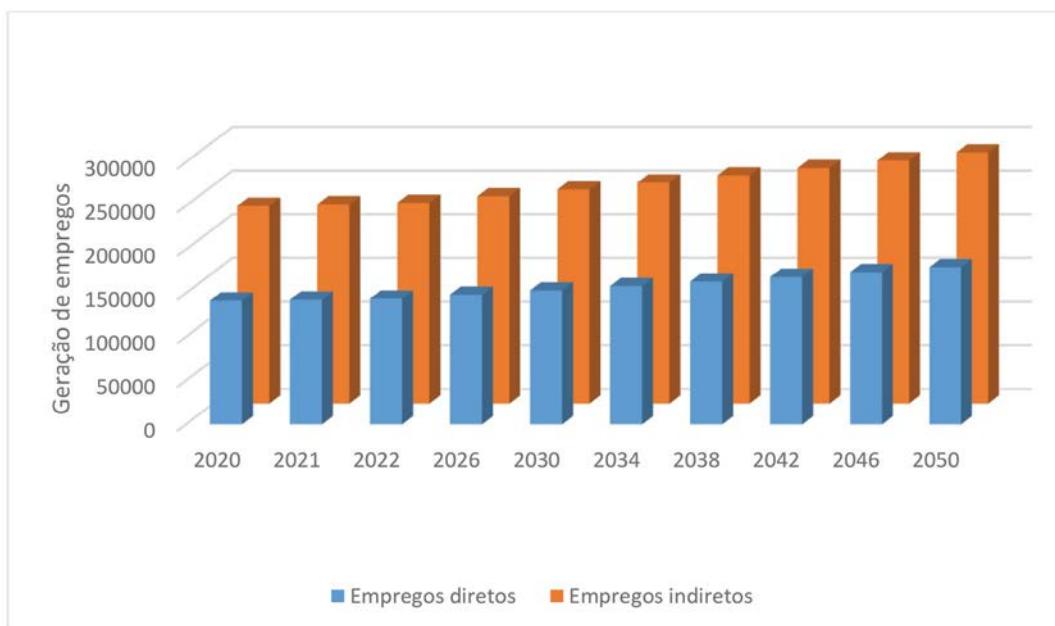
A Figura 9 apresenta as projeções de crescimento da produção, juntamente com as projeções para as exportações e consumo interno do minério de ferro brasileiro ao longo do período de 2020 a 2050.

Figura 9. Projeções sobre os parâmetros de produção, consumo e exportação no Brasil.



A Figura 10 apresenta as projeções para a geração de empregos diretos e indiretos promovidos pelos investimentos em expansão do projetos minerais e crescimento da produção de minério de ferro brasileiro ao longo do período de 2020 a 2050.

Figura 10. Projeções de geração de empregos diretos e indiretos no minério de ferro no Brasil.



2.2.1.3.9. Projeções para o mundo até 2050

A produção global de minério de ferro é segmentada entre Oceania, Ásia, América do Sul, Oriente Médio e África, América do Norte e União Européia. A oferta de curto e longo prazo também foi interrompida pelo fechamento de minas e uma onda de cortes de gastos de capital no setor de mineração, no entanto, a oferta de minério de ferro começa a se recuperar fortemente em 2022 (S&P Global, 2021).

As dez maiores mineradoras de minério de ferro do mundo, juntas, responderam por 59% da produção total global de minério de ferro em 2020, onde a Vale foi a maior mineradora de minério de ferro do mundo em 2020, seguida pela Rio Tinto e BHP. A Tabela 9 apresenta as maiores empresas mineradoras de minério ferro do mundo com sua posição no ranking e o país sede da empresa.

Tabela 9: Maiores operações de minério de ferro no mundo, em 2020.

NOME DA MINA	País	Estado	Propriedade	Método de La- vra	Produção 2020 (Mt/a)
Complexo mineral Serra Norte	Brasil	Pará	Vale AS (100%)	Superficial (Céu Aberto)	106.09
Projeto Carajás Serra Sul S11D	Brasil	Pará	Vale AS (100%)	Superficial (Céu Aberto)	82.9
Mina de Yandi	Austrália	Austrália Ocidental	BHP (85%), Itochu Corp (8%), Mitsui & Co Ltd (7%)	Superficial (Céu Aberto)	81.48
Mina de Mount Whaleback	Austrália	Austrália Ocidental	BHP (85%), Mitsui & Co Ltd (10%), Itochu Corp (5%)	Superficial (Céu Aberto)	77.22
Mina de Jimblebar Hub	Austrália	Austrália Ocidental	BHP (85%), Itochu Corp (8%), Mitsui & Co Ltd (7%)	Superficial (Céu Aberto)	61.76
Mina da Area C	Austrália	Austrália Ocidental	BHP (85%), Itochu Corp (8%), Mitsui & Co Ltd (7%)	Superficial (Céu Aberto)	60.59
Mina de Yandicogina	Austrália	Austrália Ocidental	Rio Tinto (100%)	Superficial (Céu Aberto)	58.79
Mina de Christmas Creek	Austrália	Austrália Ocidental	Fortescue Metals Group Ltd(100%)	Superficial (Céu Aberto)	56.37
Minas Hope Downs	Austrália	Austrália Ocidental	Hancock Prospecting Pty Ltd(50%), Rio Tinto(50%)	Superficial (Céu Aberto)	49.05
Mina Brockman 4	Austrália	Austrália Ocidental	Rio Tinto(100%)	Superficial (Céu Aberto)	45.83

Fonte: Mining-technology.com, acesso (2022).

Como mencionado, a estimativa dos recursos globais de minério de ferro é de mais de 180 bilhões de toneladas métricas de minério bruto equivalentes a mais de 85 bilhões de toneladas métricas de concentrado de com teor de 65% ferro. (USGS)

A demanda de minério de ferro é diretamente influenciada pelo comportamento de consumo mundial de aço, que no ano e de 2021 foi de 1,5 bilhão de toneladas. A WSA, uma entidade que reúne produtores de 62 países e representa aproximadamente 85% da produção global do aço, indica que o consumo mundial de aço tende a duplicar até 2050, e sugere que a partir de então, o crescimento tende a se estabilizar em até 3 bilhões de toneladas anuais. (WSA, 2021)

A demanda global de minério de ferro e pelotas dos altos-fornos e DRI, segundo o Future Market Insights (FMI), tende a crescer à uma taxa anual composta de 4,14% até 2030, de maneira que até aquele ano a demanda mundial por minério de ferro deve chegar a 2,16 bilhões de toneladas. Uma taxa de crescimento anual composta de 4,14% até 2030 e de 3,3%, de 2031 até 2050, implica a uma produção de minério de ferro, naquele ano, superior a 4Mt.

A Tabela 10 e a Figura 11 apresentam a projeção de produção de minério de ferro no período de 2022 a 2050.

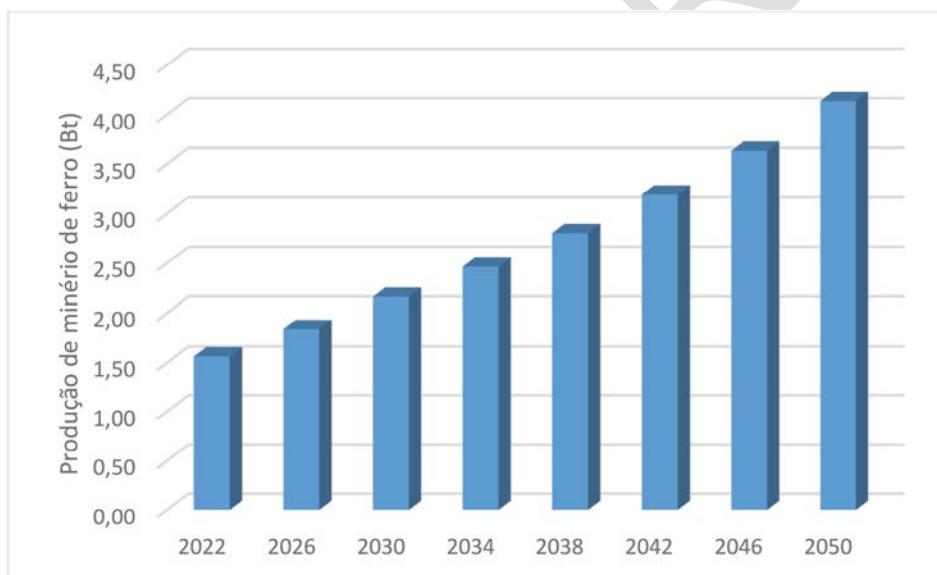
Tabela 10: Projeção de produção de minério de ferro no período de 2022 a 2050

Mundo - Minério de Ferro	2022	2026	2030	2034	2038	2042	2046	2050
Reservas Medidas (Bt)	322	315	308	298	288	276	263	248
Produção (Bt)	1,56	1,84	2,16	2,46	2,80	3,19	3,63	4,14
Consumo (Bt)	1,56	1,84	2,16	2,46	2,80	3,19	3,63	4,14

1 Considerando as reservas das empresas já medidas, para identificar se há necessidade de exploração de novos depósitos.

2 Considerando que até 2030 a produção consiga acompanhar as previsões de demanda, com crescimento previsto da ordem de 4,14% ao ano no período. Considerando um crescimento da produção da ordem de 3,3% ao ano de 2030 a 2050, influenciada pelo comportamento de consumo mundial de aço, que deve alcançar 3 bilhões de toneladas anuais, de acordo com projeções da World Steel Association (WSA).

Figura 11: Projeção de produção de minério de ferro no período de 2022 a 2050



Fonte World Steel Association (WSA).

Ainda que as mineradoras se sintam agora incentivadas, pela perspectiva de preços, a investir em novos projetos, isso não será suficiente para evitar a pressão por minério de ferro que o mundo observará nos próximos 30 anos. Isso porque, em média, são necessários três anos para ampliar uma mina existente e oito anos para um novo projeto começar a operar (IBRAM 2021).

Os planos de investimento de longo prazo dos três maiores produtores de minério de ferro mostraram que eles pretendem reduzir ainda mais os custos e aumentar a

produção de forma gradativa. Todavia, os produtores australianos de minério de ferro quase maximizaram sua disponibilidade de infraestrutura e, com isso, terão limitação de ritmo para novas expansões na produção de minério de ferro nos próximos anos (Investiopedia, 2022).

Por outro lado, um dos principais desafios para as empresas do setor é o compromisso com ESG, tripé que diz respeito às ações ambientais, sociais e de governança das empresas, segundo o relatório *Corporate Climate Responsibility Monitor 2022*. É importante compreender que a transição energética só será completa em pelo menos dez anos. Até lá, fontes não renováveis ainda serão utilizadas para a indústria, incluindo mineração. Apesar disso, o período de adaptação deve ser feito com boas práticas das empresas, especialmente após a percepção dos fortes impactos na extração

O crescimento do mercado encontra ainda como desafio a guerra comercial e aumento dos preços das matérias-primas com enormes exigências de capital. Prevê-se, como mencionado anteriormente, que o mercado implante novas tecnologias de mineração, para atender o aumento da demanda por veículos leves para aço automotivo e aumento da exploração de minério de ferro de baixo teor (Research And Markets).

Referências:

ANM. Agência Nacional de Mineração. **ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO.** Produção Bruta. 2022^a Disponível em: https://app.anm.gov.br/DadosAbertos/AMB/Producao_Bruta.csv Acesso em: 03 jun. 2022.

ANM. Agência Nacional de Mineração. ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO. Produção Beneficiada. 2022^b Disponível em: https://app.anm.gov.br/DadosAbertos/AMB/Producao_Beneficiada.csv Acesso em: 03 jun. 2022.

COMEXSTAT MDIC. EXPORTAÇÃO E IMPORTAÇÃO GERAL. SH(4): 2601. 2022 Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral> Acesso em: 03 jun. 2022.

EPE – Escritório de Parceria Estratégicas - Programa Estadual de Parcerias Estratégicas para o Desenvolvimento de Infraestrutura – Governo do Mato Grosso do Sul - 2022 <https://www.epe.segov.ms.gov.br/>

Investopedia – Investing commodities - How the Iron Ore Market Works - January 24, 2022 - <https://www.investopedia.com/articles/investing/030215/how-iron-ore-market-works-supply-market-share.asp>

<https://www.researchandmarkets.com/>

S&P Global Market Intelligence - Impact of COVID-19 pandemic on industrial metals markets - one year on – 2021 - <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/research/impact-of-covid-19-pandemic-on-industrial-metals-markets-one-year-on>

S&P Global – Platts iodex explained. 2022 - <https://www.spglobal.com/commodityinsights/pt/our-methodology/price-assessments/metals/iodex>

U.S. GEOLOGICAL SURVEY. MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2012. Reston, Va: U.S. Geological Survey, 2012. 191 p. (ISBN 9781411333499)
Disponível em: <https://pubs.er.usgs.gov/publication/mineral2012> Acesso em: 03 jun. 2022.

U.S. GEOLOGICAL SURVEY. MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2017. Reston, Va: U.S. Geological Survey, 2017. 206 p. (ISBN 9781411341043)
Disponível em: <https://d9-wret.s3.us-west-2.amazonaws.com/assets/palladium/production/mineral-pubs/mcs/mcs2017.pdf> Acesso em: 03 jun. 2022.

U.S. GEOLOGICAL SURVEY. MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2022. Reston, VA: U.S. Geological Survey, 2022. 202 p. (ISBN 9781411344341).
Disponível em: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022.pdf>.
Acesso em: 03 jun. 2022.

U41. UNITED NATIONS DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS | COMTRADE DATABASE. 2022. SH (4): 2601. Disponível em: <https://comtrade.un.org/data/> Acesso em: 03 jun. 2022.

VALE – ‘Briquete verde’ irá reduzir emissões na siderurgia – 2021 <http://www.vale.com/brasil/pt/aboutvale/news/paginas/vale-anuncia-briquete-verde-que-pode-reduzir-em-ate-10-as-emissoes-de-co2-de-clientes-siderurgicos>

WSA - World Steel Dynamics- – Steel Statistical Yearbook, 2021. Site www.worldsteeldynamics.com

PLANO NACIONAL DE MINERAÇÃO 2050
PNM 2050**SINOPSE 03. Minério de Manganês****CADERNO 2: Pesquisa e Produção Mineral**

SINOPSE 03. Minério de Manganês.....	80
2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira	81
2.2.1. Tipo de Minério	81
2.2.1.3. Minério de manganês.....	81
2.2.1.3.1. Reservas de minério de manganês.....	81
2.2.1.3.2. Produção de minério de manganês.....	84
2.2.1.3.3. Consumo de minério de manganês	87
2.2.1.3.4. Importações de minério de manganês.....	89
2.2.1.3.5. Exportações de minério de manganês	91
2.2.1.3.6. Porte das Empresas e Geração de Empregos	92
2.2.1.3.7. Porte dos Projetos em Andamento e/ou Previstos e Geração de Empregos referentes a Minérios de manganês.....	94
2.2.1.3.8. Projeções para o Brasil até 2050 de minério de manganês.....	94
2.2.1.3.9. Projeções para o mundo até 2050 do minério de manganês.....	96

2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira

2.2.1. Tipo de Minério

Metálicos Ferrosos

2.2.1.3. Minério de manganês

O manganês é 12º elemento em abundância na crosta terrestre e o 4º metal mais utilizado no mundo. Em função das suas propriedades, as suas aplicações são diversificadas, abrangendo os setores de metalurgia, baterias, agropecuário e farmacêutico. Dentre essas aplicações, pode-se destacar o setor metalúrgico, com ênfase para o siderúrgico, que é a principal destinação do manganês, onde ele é empregado como dessulfurante, desoxidante, elemento de liga. A destinação do manganês depende, em geral, do teor de manganês no produto. Os principais minerais, do ponto de vista comercial, são a Pirolusita (MnO_2) e a Psilomelana ($mMnO \cdot MnO_2 \cdot nH_2O$) (Sampaio, 2008). O setor de baterias merece, também, um destaque especial, pela perspectiva de aumento da demanda das baterias Li-Mn para veículos elétricos e híbridos. Por sua vez, o uso de manganês como micronutriente e na ração animal é de particular interesse para o Brasil, tendo em conta as perspectivas de expansão da agropecuária no país.

2.2.1.3.1. Reservas de minério de manganês

As reservas medidas no Brasil de minério de manganês em 2020 são de 111 Mt contidas, segundo a USGS (2022), que é um valor considerado compatível com estimativas anteriores da ANM (2018), considerando um teor de 41% de Mn contido no minério (ANM, 2014), com distribuição no território nacional conforme mostrado na Tabela 1 e na Figura 1. Embora haja depósitos de manganês de volumes menores nos estados do Amapá, Espírito Santo, Bahia e São Paulo, suas características não permitem, no momento, exploração economicamente viável em volumes apreciáveis.

Tabela 1. Principais reservas brasileiras de manganês contido, por estado, no ano de 2020.

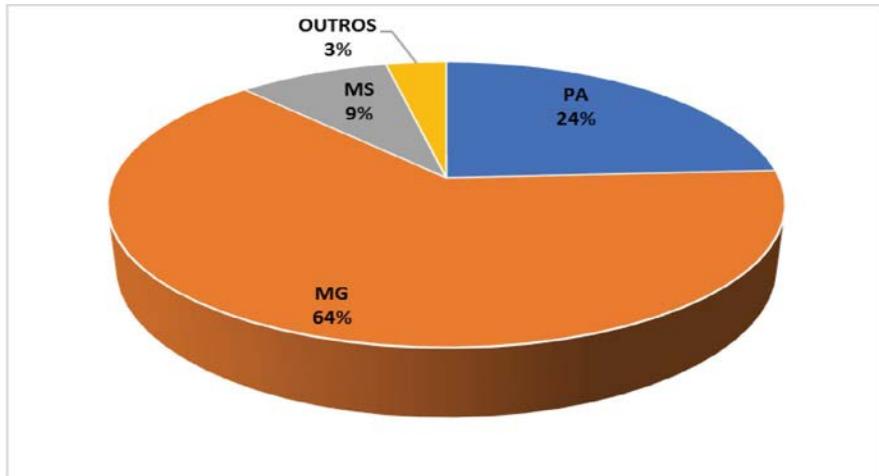
Estado	Reservas Medidas (Mt _{cont})(e)*
PA	28
MG	74
MS	10
OUTROS	4
BRASIL	111

Fontes: MCS, (2022) e ANM, (2018).

Notas: *Embora os dados relativos a reservas as considerem como medidas, indicadas e inferidas, é importante ressaltar que, a partir de 2022, as classificações obedecerão ao estabelecido pela “Resolução nº 94, de 7 de fevereiro de 2022, do Ministério de Minas e Energia, Agência Nacional de Mineração”

(e) - Estimado considerando um teor de 41% de Mn contido no minério, segundo ANM (2014).

Figura 1. Reservas brasileiras de manganês contido, por estado, no ano de 2020.



Fontes: MCS, (2022) e ANM, (2018).

As principais reservas brasileiras estão localizadas nos estados de Minas Gerais (porção sul do estado, Conselheiro Lafaiete), Mato Grosso do Sul (Noroeste do estado, município de Ladário) e Pará (Parauapebas e Marabá). Predominantemente, os minérios do Pará são de alto teor (42 a 43%) e alta relação Mn/Fe. Os minérios de Minas Gerais são, tipicamente, de baixo teor (22 a 24%), alta ganga e relação Mn/Fe variável, mas predominantemente alta, enquanto os de Mato Grosso do Sul são de alto teor (42%), baixa ganga e baixa relação Mn/Fe. Há muitas ocorrências em depósitos de pequena escala, com minérios de teor variável. Apesar de deter quantidades consideráveis, o Brasil ainda deve investir em pesquisas que apontem novas reservas, para que o País mantenha a sua posição de destaque no cenário mundial.

Essas reservas colocam o Brasil, no ano de 2021, na terceira posição no ranking mundial em reservas medidas de minério de manganês, em toneladas contidas, considerando um teor médio dos minérios de 41% de manganês, conforme mostrado na Tabela 2 e na Figura 2, juntamente com os países com maiores reservas no mundo.

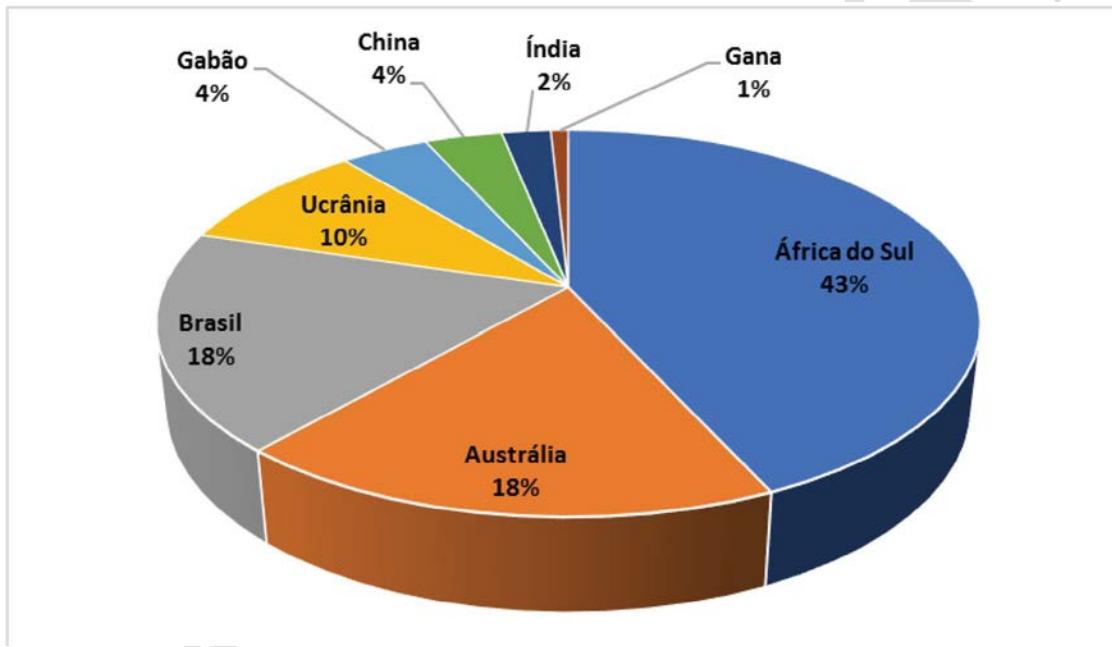
Tabela 2. Ranking dos principais detentores mundiais das reservas de manganês contido, no ano de 2020.

Colocação	País - 2020	Reserva Medida Mn (Mt) ^(e)
1º	África do Sul	262
2º	Austrália	111
3º	Brasil	111
4º	Ucrânia	57
5º	Gabão	25
6º	China	22
7º	Índia	14
8º	Gana	5
	Total	615

Fonte: MCS, (2022).

Nota: (e) - Estimado considerando um teor de 41% de Mn contido no minério, segundo a ANM, (2014).

Figura 2. Principais detentores mundiais das reservas de manganês contido, no ano de 2020.



Fonte: MCS, (2022).

A África do Sul, é a detentora das maiores reservas e os seus minérios são, tipicamente, de alto teor e com alta relação Mn/Fe. O mesmo pode ser dito com respeito aos minérios da Austrália e Gabão. Já no caso do Brasil, uma parte considerável de suas reservas é de baixo teor (Minas Gerais), quando comparados com a África do Sul e Austrália, enquanto as do Pará são de menor porte. Isto significa que, num horizonte relativamente próximo, o país pode sair do elenco dos principais fornecedores mundiais, o que pode ser revertido, por uma intensificação da pesquisa mineral no setor. Uma outra observação se

refere à jazida de Guizhou, recentemente descoberta na China, que pode ter um potencial de 203 milhões de toneladas. Finalmente, os nódulos marinhos representam um potencial muitas vezes superior, o que, no futuro, pode vir a alterar radicalmente a atual configuração.

2.2.1.3.2. Produção de minério de manganês

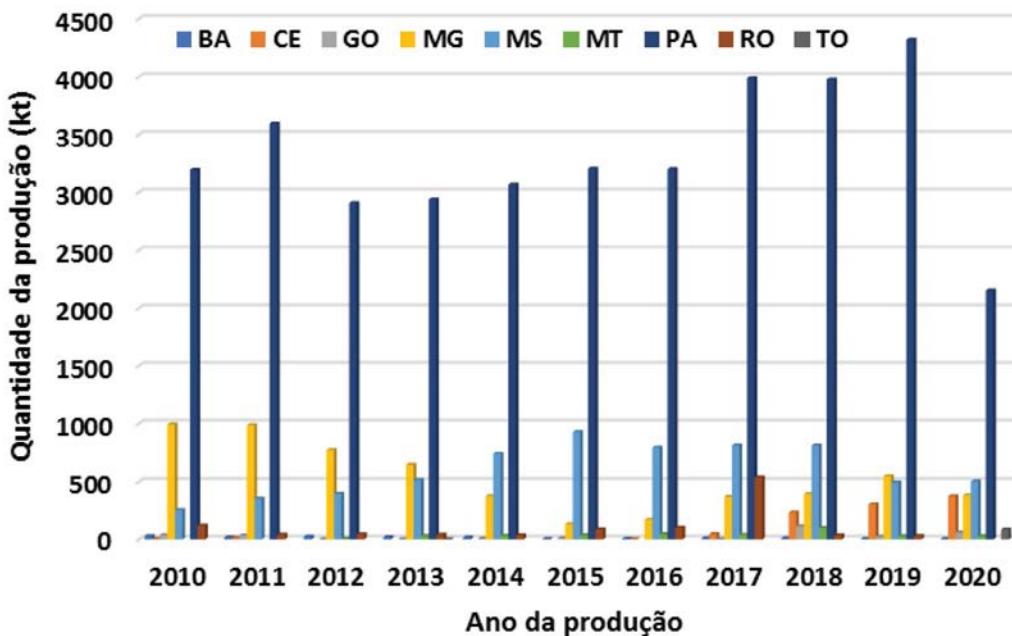
A produção no Brasil de minério de manganês, a cada ano, de 2010 a 2020, é mostrada na Tabela 3, por estado da federação, e no gráfico das Figuras 3a e 3b, com os totais consolidados para o país. Foi considerado um teor médio de 36% de Mn contido, no material beneficiado.

Tabela 3. Produção brasileira, por estado, de minério de manganês, desde 2010 até o ano de 2020, em kt de produção bruta (ROM), com o total estimado de Mn contido.

Estado	Produção (kt)										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
BA	29	18	25	20	17	4	6	11	11	5	4
CE	4	14	-	-	-	-	3	46	235	304	372
GO	37	35	1	1	7	11	-	1	113	25	60
MG	992	986	775	645	373	130	171	368	391	548	381
MS	256	352	394	515	740	929	795	814	814	495	504
MT	-	-	6	30	32	36	46	40	98	29	28
PA	3.198	3.596	2.910	2.941	3.067	3.207	3.204	3.989	3.975	4.324	2.153
RO	118	41	45	41	36	86	100	537	37	30	-
TO	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	85
Total (kt ROM)	4.635	5.041	4.156	4.194	4.271	4.402	4.323	5.806	5.674	5.760	3.586
Total (kt contidas)	1.448	1.651	1.388	1.409	1.375	1.575	1.565	1.934	1.825	1.835	1.197

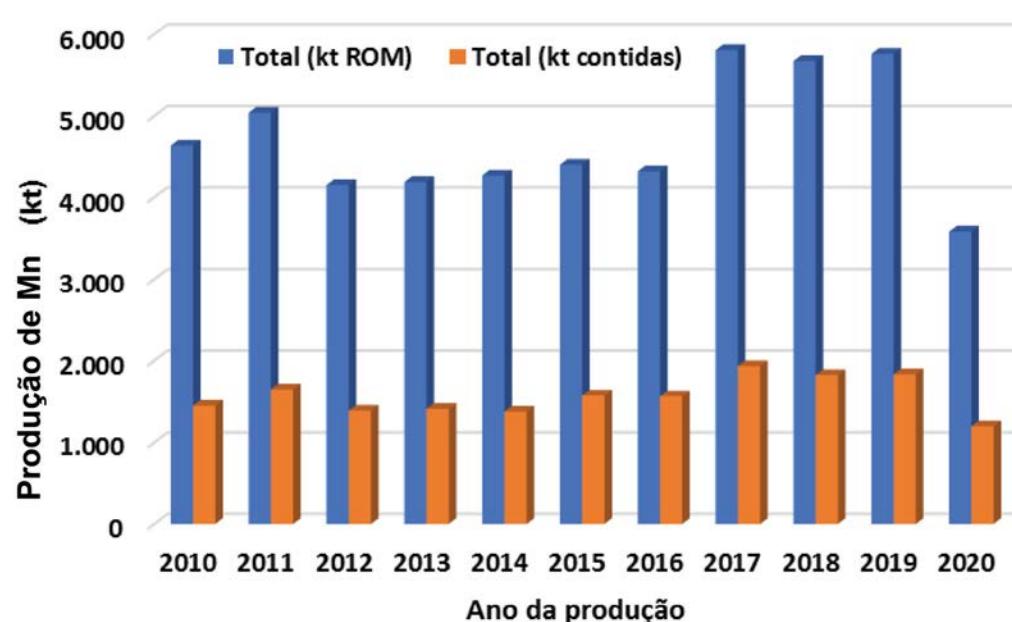
Fontes: AMB, (2022a) e AMB, (2022b).

Figura 3a. Produção brasileira, por estado, de minério de manganês, de 2010 a 2020.



Fontes: AMB, (2022a) e AMB, (2022b).

Figura 3b. Produção total (ROM e contida) brasileira, de minério de manganês, de 2010 a 2020.



Fontes: AMB, (2022a) e AMB, (2022b).

Como já mencionado anteriormente, os teores de manganês variam de uma região para outra. A produção brasileira de minérios de manganês não só é suficiente para atender à demanda interna, como gera excedentes para exportar. A grande concentração da produção está no Pará. Observa-se, ainda, os baixos volumes da produção de Minas Gerais, em função de vários fatores, que vão desde a qualidade dos minérios até a disseminação de operações de pequena escala.

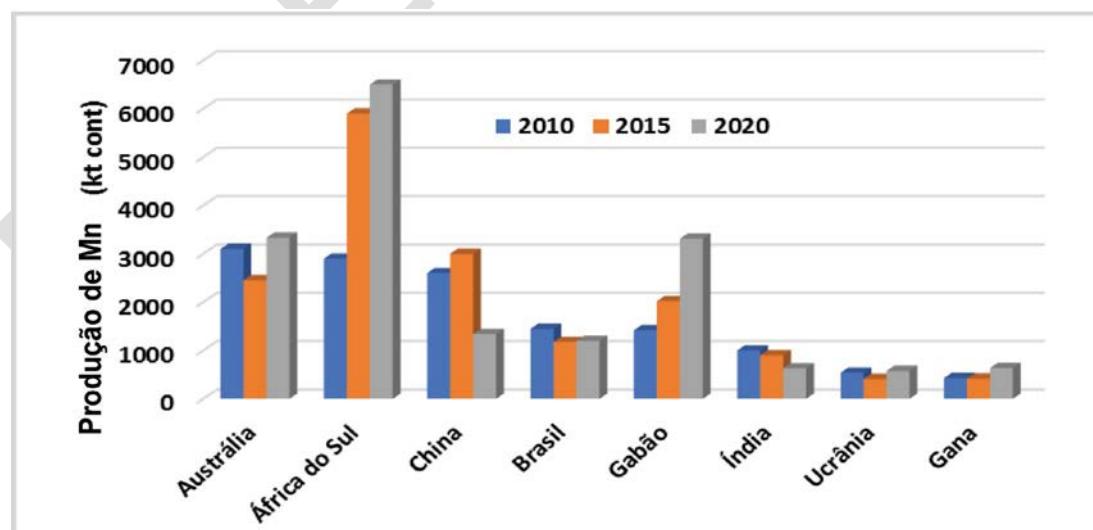
Essa produção coloca o Brasil, no ano de 2020, na 5^a posição no ranking mundial de produtores de minério de manganês. A Tabela 4 e a Figura 4 mostram a evolução do ranking mundial, juntamente com os países com maiores produções no mundo. Foi considerado um teor de 36% de Mn contido nos minérios.

Tabela 4. Ranking dos principais produtores mundiais de manganês, em kt de Mn contido.

Colo- cação	2010		2015		2020	
	Países	Produção Mn (kt)	Países	Produção Mn (kt)	Países	Produção Mn (kt)
1º	Austrália	3.100	Afr. do Sul	5.900	Afr. do Sul	6.500
2º	Áfr. do Sul	2.900	China	3.000	Austrália	3.330
3º	China	2.600	Austrália	2.450	Gabão	3.310
4º	Brasil*	1.448	Gabão	2.020	China	1.340
5º	Gabão	1.420	Brasil*	1.175	Brasil*	1.197
6º	Índia	1.000	Índia	900	Gana	637
7º	Ucrânia	540	Ucrânia	410	Índia	632
8º	Gana	430	Gana	416	Ucrânia	578

Fontes: MCS, (2022); MCS, (2017); MCS, (2012) e *AMB, (2022).

Figura 4 Ranking dos principais produtores mundiais de manganês, em kt de Mn contido.



Fontes: MCS, (2022); MCS, (2017); MCS, (2012) e *AMB, (2022).

2.2.1.3.3. Consumo de minério de manganês

O consumo aparente nacional de manganês contido, a partir de minérios e concentrados, a cada ano, de 2010 a 2020, é mostrado na Tabela 5 e na Figura 5.

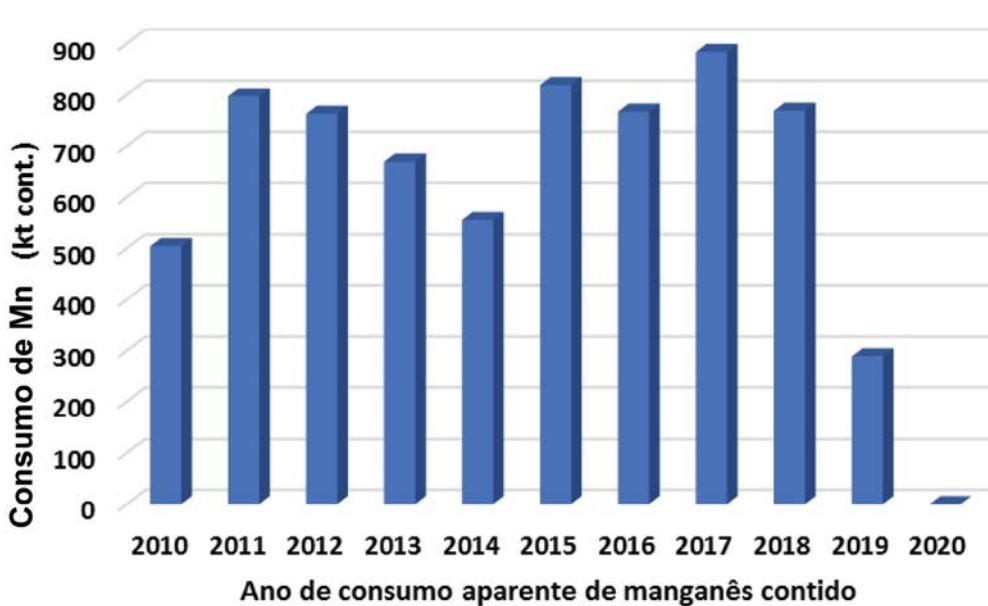
Tabela 5. Consumo aparente brasileiro de manganês, a partir de minérios e concentrados, de 2010 a 2020, em kt de Mn contido.

Consumo Aparente (kt contidas) ^(e)											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Brasil	504	797	763	669	555	819	767	884	769	289	0

Fonte: AMB, (2022a); AMB, (2022b) e COMEXSTAT MDIC, (2022).

Nota: (e) - Consumo aparente = Produção + Importação – Exportação. Considerando um teor de 41% de manganês contido no minério. Como o cálculo de consumo aparente não leva em consideração estoque, consumos negativos foram zerados.

Figura 5. Consumo aparente brasileiro de manganês, a partir de minérios e concentrados, de 2010 a 2020, em kt de Mn contido.



Fonte: AMB, (2022a); AMB, (2022b) e COMEXSTAT MDIC, (2022).

O consumo doméstico de minério de manganês está concentrado principalmente no Estado de Minas Gerais, para a produção de ferro-ligas, e como componente da carga dos altos fornos das usinas siderúrgicas é necessário minério com

terores de 38 a 55% de Mn (Sampaio, 2008). Outros estados consumidores são o Pará (ferro-ligas e altos-fornos), São Paulo (ferro-ligas), Rio de Janeiro (altos-fornos) e Ceará (altos fornos). Adicionalmente, há que se registrar a demanda crescente do monóxido de manganês no segmento agropecuário e outras aplicações industriais que tendem a crescer no futuro. Para tais aplicações, o teor precisa estar entre 48 a 52% de Mn (Sampaio, 2008).

O consumo de manganês contido não coloca o Brasil, no ano de 2020, entre os principais consumidores mundiais. A Tabela 6 e a Figura 6 mostram a evolução no ranking mundial dos maiores consumidores no mundo.

Tabela 6. Ranking dos principais consumidores mundiais de manganês, em kt contidas.

Colocação	2010		2015		2020	
	País	Consumo Mn (kt) ^(e)	País	Consumo Mn (kt) ^(e)	País	Consumo Mn (kt) ^(e)
1º	China	7.347	China	9.462	Índia	2.070
2º	Índia	1.494	Índia	1.860	Ucrânia	816
3º	Ucrânia	1.072	África do Sul	1.319	Gana**	637
4º	Austrália	837	Ucrânia	931	Rússia*	428
5º	Brasil***	837	Brasil***	912	Coreia do Sul*	384

Fontes: USGS, (2022); U01, (2022); AMB, (2022); AMB, (2022a); AMB, (2022b) e COMEXSTAT MDIC, (2022).

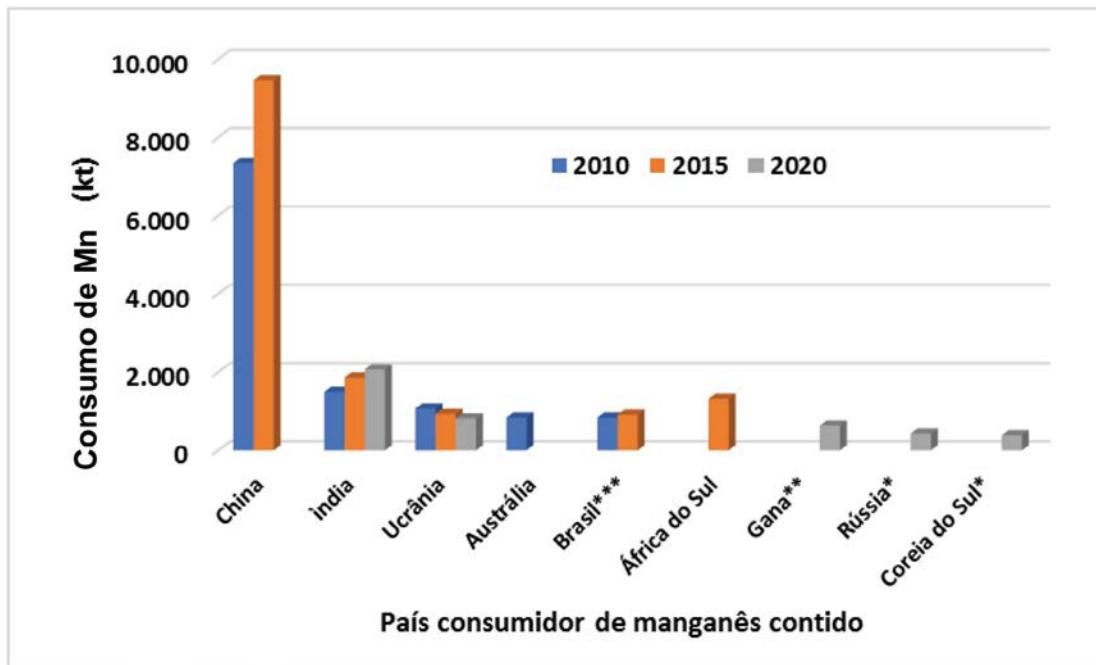
Notas: (e) - Consumo aparente = Produção + Importação – Exportação. Considerando um teor de 41% de manganês contido no minério

*Sem produção declarada

**Sem importação e/ou exportação declarada

***AMB, (2022a), AMB, (2022b) e COMEXSTAT MDIC (2022)

Figura 6. Principais consumidores mundiais de manganês, em kt contidas.



Fontes: USGS, (2022); U01, (2022); AMB, (2022); AMB, (2022a); AMB, (2022b) e COMEXSTAT MDIC, (2022).

Conforme comentado anteriormente, o principal consumo de minério de manganês é na siderurgia. Assim sendo, os principais países consumidores no mundo são os maiores produtores de ferro-ligas de manganês (FeMnAC, FeSiMn e FeMnMC/BC). Há que se registrar uma participação crescente do consumo na produção de manganês metálico (EMM) e do dióxido de manganês (EMD/CMD), para baterias. O consumo mundial, em 2020, foi estimado em, pelo menos, 4.500 kt de manganês contido, que é o somatório do consumo dos principais países.

2.2.1.3.4. Importações de minério de manganês

O volume de importações de manganês, no ano de 2020, não coloca o Brasil como um país relevante no ranking mundial de importadores manganês. A Tabela 7 e a Figura 7 mostram a evolução no ranking mundial dos países com maiores importações no mundo.

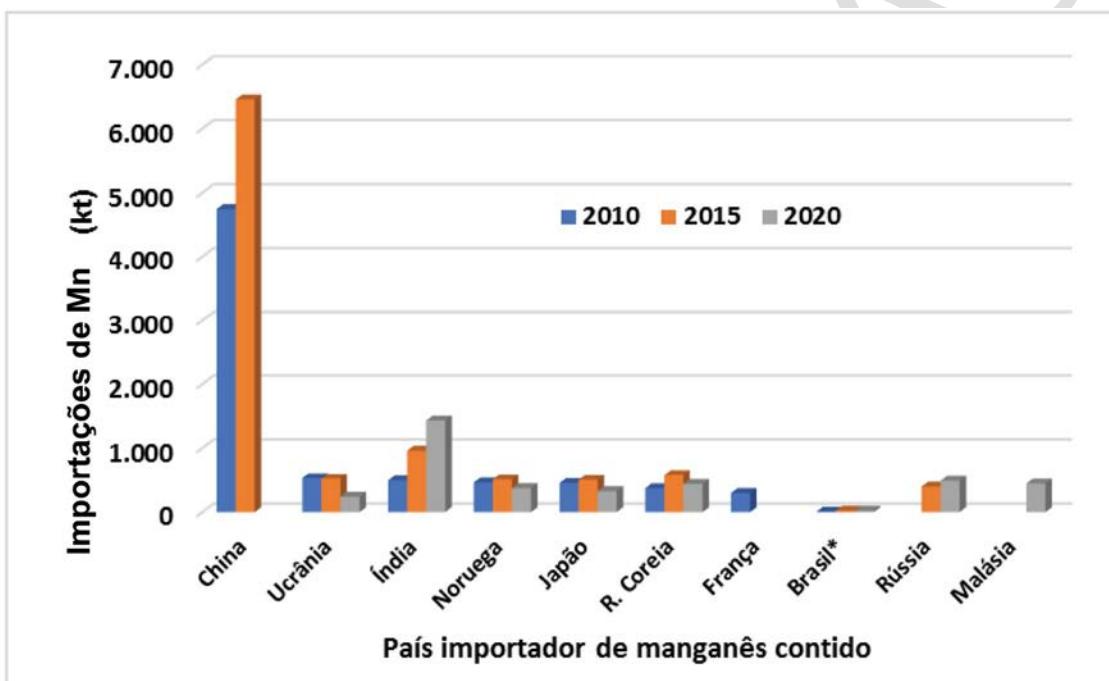
Tabela 7. Ranking dos principais importadores mundiais de manganês, em kt de Mn contido.

Colocação	País	2010		2015		2020	
		Importação Mn (kt) ^(e)	País	Importação Mn (kt) ^(e)	País	Importação Mn (kt) ^(e)	País
1º	China	4.747	China	6.462	Índia	1.438	
2º	Ucrânia	532	Índia	960	Rússia	487	
3º	Índia	494	R. Coreia	580	Malásia	443	
4º	Noruega	460	Ucrânia	521	R. Coreia	437	
5º	Japão	452	Noruega	510	Noruega	372	
6º	R. Coreia	370	Japão	501	Japão	326	
7º	França	296	Rússia	395	Ucrânia	238	
	Brasil*	9	Brasil*	23	Brasil*	21	

Fontes: U01, (2022) e COMEXSTAT MDIC, (2022).

Nota: (e)- Estimado, Considerando um teor de 41% de manganês contido no minério

Figura 7. Principais importadores mundiais de manganês, em kt de Mn contido.



Fontes: U01, (2022) e COMEXSTAT MDIC, (2022).

A Índia é a maior importadora de minério de manganês, destinado predominantemente, à produção de ferro-ligas. Apesar de, atualmente, o consumo na siderurgia, tanto na forma de minério (altos-fornos), quanto na de ferro-ligas (aciaria e fundição de ferro e aço) corresponder a cerca de 90% do total mundial, há que se registrar o crescente consumo dos bióxidos e do metal (EMD, CMD e EMM), alavancados pela transição energética e, ainda, o também crescente consumo como micronutriente e na ração animal. Neste último aspecto, merece destaque a expansão da agricultura brasileira.

2.2.1.3.5. Exportações de minério de manganês

O volume de exportações coloca o Brasil, no ano de 2020, na 2^a posição no ranking mundial de exportadores de minério de manganês. A Tabela 8 e a Figura 8 mostram sua evolução no ranking mundial, juntamente com os 8 países com maiores exportações no mundo.

Há uma tendência geral de os exportadores de minério passarem a ser predominantemente produtores/exportadores de ferro-ligas. Isto vai depender, principalmente, da disponibilidade de energia a preços convenientes. Como se observa, há grande volume de exportações da África do Sul e do Brasil, principalmente como concentrados de manganês.

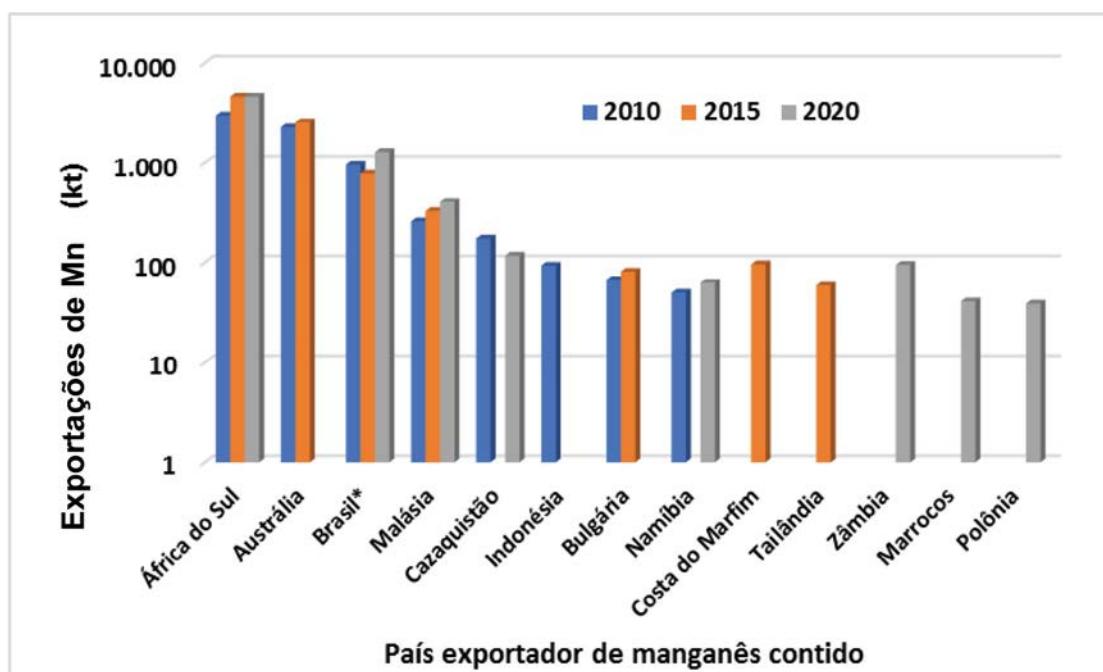
Tabela 8. Ranking dos principais exportadores mundiais de manganês, em kt de Mn contido.

Coloca- ção	2010		2015		2020	
	País	Exportação Mn (kt) ^(e)	País	Exportação Mn (kt) ^(e)	País	Exportação Mn (kt) ^(e)
1º	África do Sul	2.973	África do Sul	4.581	África do Sul	4.581
2º	Austrália	2.263	Austrália	2.540	Brasil*	1.284
3º	Brasil*	954	Brasil*	778	Malásia	406
4º	Malásia	259	Malásia	328	Cazaquistão	117
5º	Cazaquistão	175	Costa do Marfim	96	Zâmbia	95
6º	Indonésia	93	Bulgária	81	Namíbia	63
7º	Bulgária	67	Cazaquistão	74	Marrocos	41
8º	Namíbia	50	Tailândia	59	Polônia	39

*Fontes: U01, (2022), *COMEXSTAT MDIC, (2022).*

(e)- Estimado, Considerando um teor de 41% de manganês contido no minério

Figura 8. Principais exportadores mundiais de manganês, em kt de Mn contido.



Fontes: U01, (2022), *COMEXSTAT MDIC, (2022).

2.2.1.3.6. Porte das Empresas e Geração de Empregos

A Tabela 9, abaixo, mostra um panorama das empresas produtoras de minério de manganês no Brasil, no ano de 2020, conforme seu porte, em termos de produção bruta (R.O.M.), listando ainda os estados da federação onde estão instaladas suas operações e os números de empregos diretos e indiretos gerados.

Tabela 9. Panorama das principais empresas produtoras de manganês no Brasil, por porte de produção, no ano de 2020, em t de produção bruta (ROM).

Empresas de Grande Porte de Produção (>1Mta)				
Empresa	Produção (t)	Estado	Empregos diretos	Empregos indiretos
Buritirama manganês SA	1.810.213	PA	1.325	1.762
Total	1.810.213	Brasil	1.325	1.762
Empresas de Médio Porte de Produção (<1Mta e > 100kta)				
Empresa	Produção (t)	Estado	Empregos diretos	Empregos indiretos
Vale S.A.	922.678	PA	388	776

Mineração Corumbaense Reunida S.A.	425.300	MS	267	534
RMB manganês LTDA. EPP.	107.221	PA	153	306
Total	1.455.199	Brasil	808	1.616

Empresas de Pequeno Porte de Produção (<100kta e > 10kta)

Empresa	Produção (t)	Estado	Empregos diretos	Empregos indiretos
Libra Ligas Do Brasil S.A.	62.038	CE	145	289
Zeus Mineração LTDA.	51.638	CE	141	282
Outras empresas	206.912		177	353
Total	320.588	Brasil	462	924

Total das Empresas por Porte de Produção (<100kta e > 10kta)

Porte	Produção	Brasil	Empregos diretos	Empregos indiretos
Grande	1.810.213		1.325	1.762
Médio	1.455.199		808	1.616
Pequeno	320.588		462	924
Total	3.586.000	Brasil	2.595	4.302

Valor de produção e quantidade de empregos gerados do manganês foram proporcionais à contribuição CFEM de cada empresa (CFEM, 2022), dada a produção nacional de ROM.

Percebe-se, então, que há uma empresa de grande porte produzindo manganês no Brasil, representando 50% da produção nacional e 3 empresas de médio porte (40% da produção nacional).

O mercado produtor de minério de manganês tem apresentado mudanças no início da década de 2020. Por exemplo, a jazida de Corumbá, em Mato Grosso, foi vendida para a J&F, a de Morro da Mina, em Conselheiro Lafaietet/MG, para a Nexus. No Pará, a Mina do Azul está paralisada e a situação de Buritirama não está clara. Há que se destacar, ainda, que há diversas operações de médio e pequeno porte em atividade, concentradas principalmente no estado do Pará.

2.2.1.3.7. Porte dos Projetos em Andamento e/ou Previstos e Geração de Empregos referentes a Minérios de manganês

Segundo a base de dados ANM (2022), há 229 requerimentos de lavra para manganês, indicando possíveis projetos no futuro. Os estados com mais projetos são Minas Gerais (45%), Bahia (25%), Goiás (8%) e Pará (7%).

2.2.1.3.8. Projeções para o Brasil até 2050 de minério de manganês

Os dados de estimativas das projeções para o Brasil, até 2050, são apresentados na Tabela 10 e nas Figuras 9a e 9b e 9c.

Tabela 10. Estimativas das projeções para o Brasil, até 2050, em kt de manganês contido.

	2022	2026	2030	2034	2038	2042	2046	2050
Reservas Medidas (kt contidas) (1)	111.000	116.001	120.710	124.983	128.643	131.478	133.225	133.573
Produção (kt contidas) (1) (2)	1.197	1.400	1.638	1.916	2.242	2.623	3.068	3.589
Consumo (kt contidas) (2) (3)	146	100	114	130	149	171	197	228
Importações (kt contidas) (2)	18	18	18	18	18	18	18	18
Exportações (kt contidas) (2)	1.127	1.318	1.542	1.804	2.111	2.469	2.889	3.380
Empregos diretos (2)	2.595	3.036	3.551	4.155	4.860	5.686	6.652	7.782
Empregos indiretos (2)	4.305	5.036	5.892	6.892	8.063	9.433	11.035	12.909

Notas:

Considerando as reservas atualizadas de manganês para 2022, com depleção anual da produção e reposição média de 2% ao ano das reservas medidas, convertidas a partir de novos projetos.

Considerando o cenário de crescimento da demanda de manganês conforme as projeções do IEA (2021), que consideram um crescimento da demanda de pelo menos 4% aa até 2040.

Considerando que a produção nacional suprirá as demandas do mercado local.

As oportunidades de crescimento da produção no Brasil incluem a continuidade das operações em Minas Gerais, com as expansões mencionadas. Merecem destaque duas regiões que são as principais detentoras de depósitos de minério de manganês no estado: a região de Barbacena, com mais de 154,7 Mt, correspondendo a 50,4% do total; e a região de Belo Horizonte, com 74,6 Mt, ou 24,3% do total de recursos do estado. Adicionalmente, as minas da Bahia, (Licínio de Almeida, Maraú, Coribe, São Desidério) terão suas reservas

reavaliadas, assim como as de Goiás (Pedra Preta). Com respeito às grandes operações atuais, considera-se que haverá continuidade de suas operações. Admite-se uma evolução dos consumos considerando uma expansão de setor de ferro-ligas, da produção de bióxido e metal (EMD, CMD, EMM) e a expansão do consumo no setor agropecuário.

Figura 9a. Estimativas das projeções das reservas medidas para o Brasil, até 2050, em kt de manganês contido.

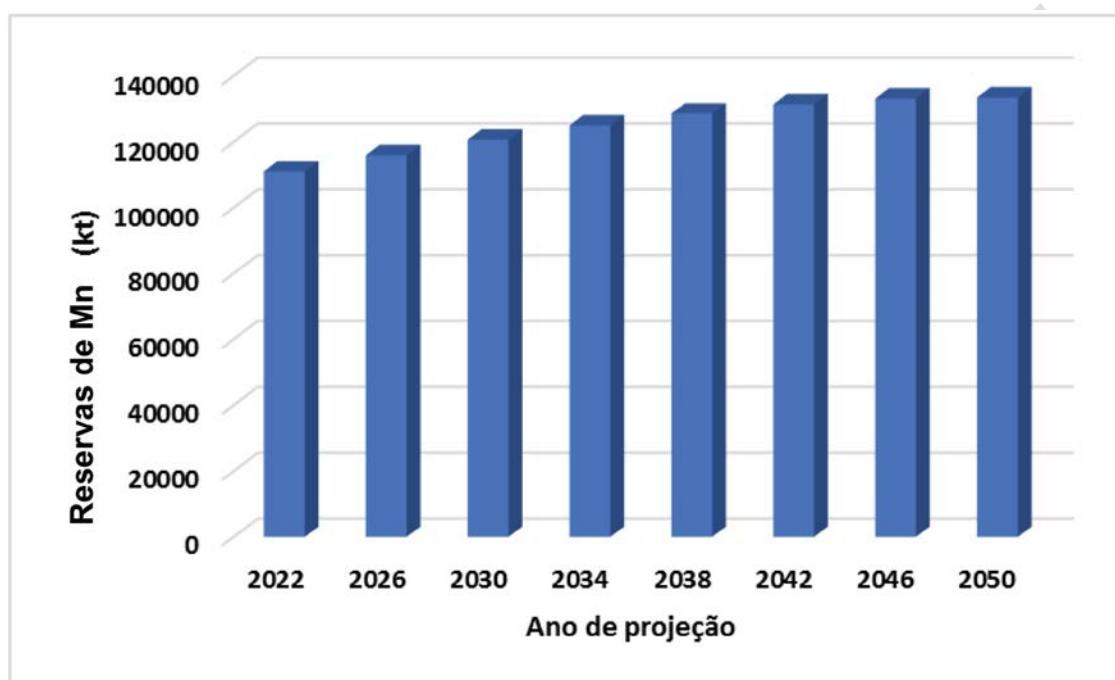


Figura 9b. Estimativas das projeções da produção, do consumo, das importações e das exportações para o Brasil, até 2050, em kt de manganês contido.

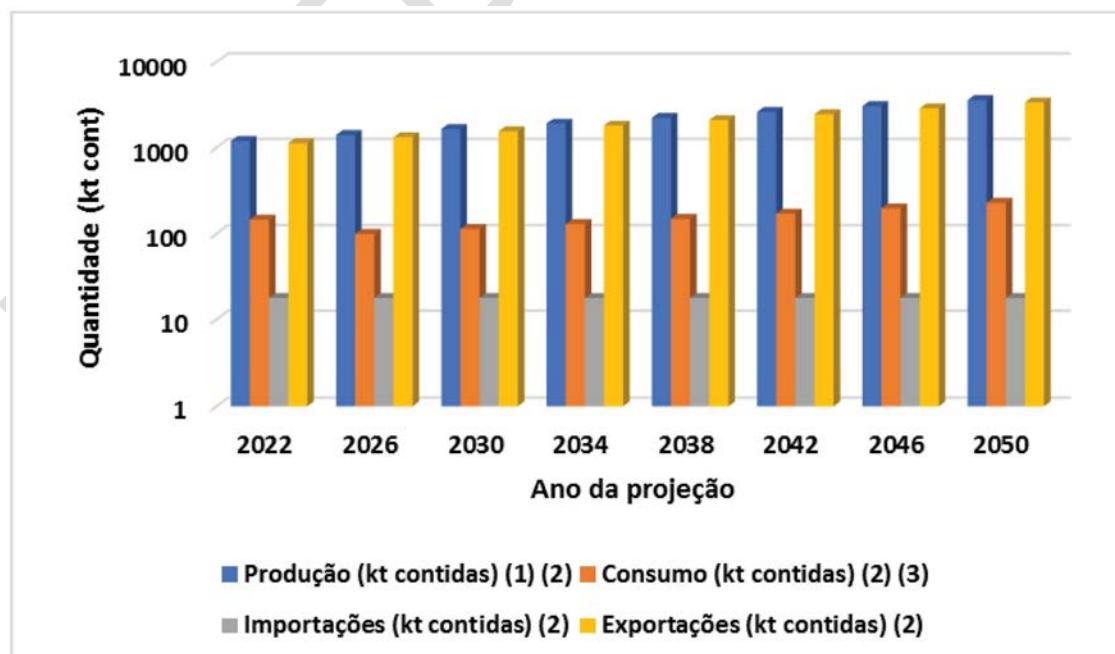
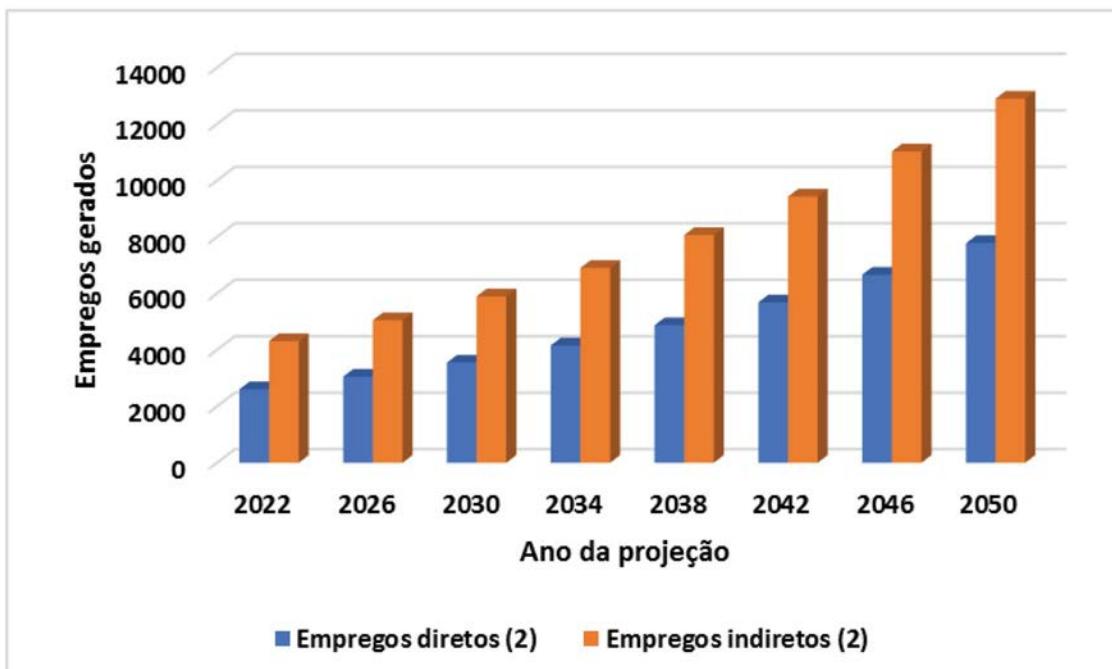


Figura 9c. Estimativas das projeções da geração de empregos diretos e indiretos para o Brasil, até 2050.



2.2.1.3.9. Projeções para o mundo até 2050 do minério de manganês

Os dados de estimativas das projeções para o mundo, até 2050, são apresentados na Tabela 11 e no gráfico da Figura 10.

Segundo a avaliação da IEA (2021) o crescimento da demanda de minério de manganês no período considerado será de pelo menos 4% ao ano, impulsionado pelas aplicações relacionadas à transição energética. Além do consumo na produção do aço, destaca-se o uso em baterias e no setor agropecuário.

Tabela 11. Estimativas das projeções para o mundo, até 2050, em kt de manganês contido.

	2022	2026	2030	2034	2038	2042	2046	2050
Reservas Medidas (kt contidas) (1)	810.000	862.096	908.519	945.841	969.628	974.207	952.366	894.998
Produção (kt contidas) (2)	19.000	22.227	26.003	30.420	35.587	41.631	48.703	56.975
Consumo (kt contidas) (3)	19.000	22.227	26.003	30.420	35.587	41.631	48.703	56.975

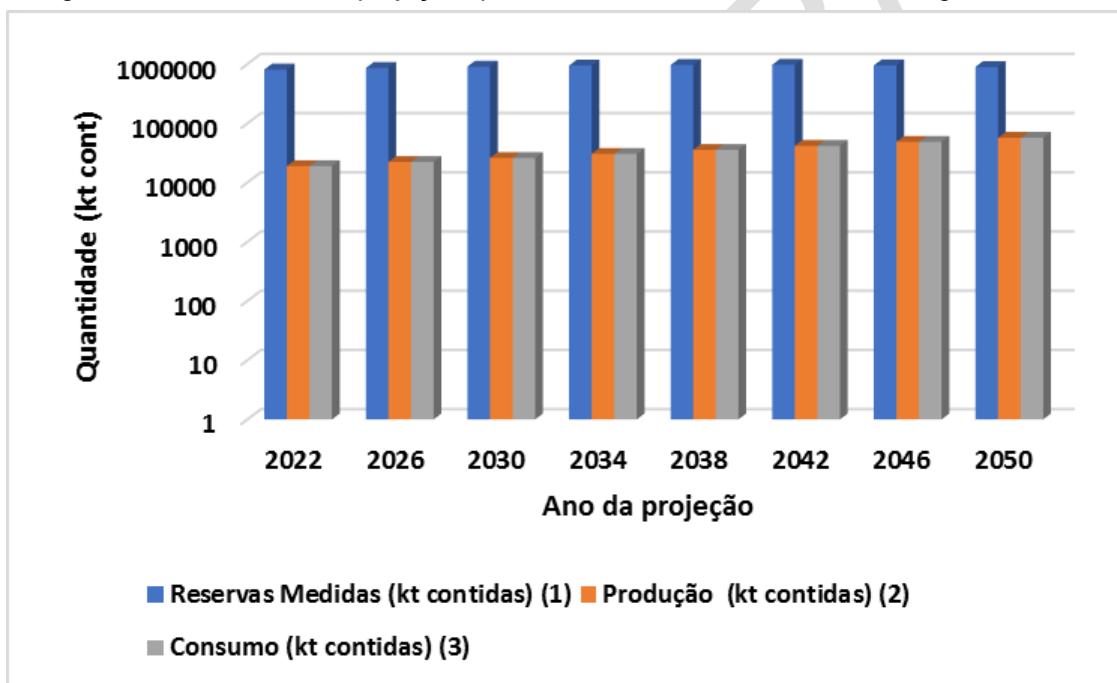
Notas:

Considerando as reservas atualizadas de manganês para 2020, com depleção anual da produção e reposição média de 4% ao ano das reservas medidas, convertidas a partir de novos projetos.

Considerando o cenário de crescimento da demanda de manganês conforme as projeções do IEA (2021), que consideram um crescimento de pelo menos 4% até 2040.

Considerando que a produção acompanhará o consumo

Figura 10. Estimativas das projeções para o mundo, até 2050, em kt de manganês contido.



Lista de referências:

AMB 2022a: Anuário Mineral Brasileiro em:

https://app.anm.gov.br/DadosAbertos/AMB/Producao_Beneficiada.csv

AMB 2022b: Anuário Mineral Brasileiro em:

https://app.anm.gov.br/DadosAbertos/AMB/Producao_Bruta.csv

ANM, 2014. Sumário Mineral Brasileiro 2014 em:<https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral/sumario-mineral-brasileiro-2014/view>

ANM, 2018. Sumário Mineral Brasileiro 2018 em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral/sumario-mineral-brasileiro-2018>

CFEM, 2022. Arrecadação da CFEM em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZDA5NGMyYmYtOWQyMi00NzA1LWFhOTQtNmU5NjEyMTI3ZDMxliwidCI6ImEzMDgzZTIxLTc0OWItNDUzNC05YWZhLTU0Y2MzMTg4OTdiOCJ9&pageName=ReportSection7a43f884dc43352e5953>

COMEXSTAT MDIC 2022: Exportação e Importação Geral. Subposição 260200 em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>

IEA 2021: Growth in demand for selected battery-related minerals from clean energy technologies in 2040 relative to 2020 levels by scenario, em:

<https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/growth-in-demand-for-selected-battery-related-minerals-from-clean-energy-technologies-in-2040-relative-to-2020-levels-by-scenario>

MCS 2012: MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2012, USGS em:

<https://s3-us-west-2.amazonaws.com/prd-wret/assets/palladium/production/mineral-pubs/mcs/mcs2012.pdf>

MCS 2017: MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2017, USGS em:

<https://s3-us-west-2.amazonaws.com/prd-wret/assets/palladium/production/mineral-pubs/mcs/mcsapp2017.pdf>

MCS 2022: MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2022, USGS em:

<https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022.pdf>

SAMPAIO, 2008. Manganês em:

<http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1117/1/28.%20MANGAN%C3%8AS.pdf>

U01 2022: United Nations Department of Economic and Social Affairs | Comtrade Database. SH(6): 260200. Importações/Exportações de Tungstênio em 2020, 2015 e em 2010 (MDIC).

EM EDITORAÇÃO

PLANO NACIONAL DE MINERAÇÃO 2050
PNM 2050

SINOPSE 04. Minério de Molibdênio

CADERNO 2: Pesquisa e Produção Mineral

SINOPSE 04. Minério de Molibdênio.....	100
2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira	101
2.2.1. Tipo Mineral	101
2.2.1.4. Minério de Molibdênio	101
2.2.1.4.1. Reservas de Minério de Molibdênio	101
2.2.1.4.2. Produção de Minério de Molibdênio	103
2.2.1.4.3. Consumo de Molibdênio.....	105
2.2.1.4.4. Importações do Molibdênio.....	107
2.2.1.4.5. Exportações do Molibdênio	108
2.2.1.4.6. Porte das Empresas e Geração de Empregos do Molibdênio	109
2.2.1.4.7. Porte dos Projetos em Andamento e/ou Previstos	110
2.2.1.4.8. Projeções para o Brasil até 2050 do Minério de Molibdênio	110
2.2.1.4.9. Projeções para o mundo até 2050 do Minério de Molibdênio	111

2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira

2.2.1. Tipo Mineral

Metálicos Ferrosos

2.2.1.4. Minério de Molibdênio

O molibdênio não é encontrado naturalmente como um metal livre na crosta terrestre, mas em vários estados de oxidação em minerais. Tem elevado ponto de fusão (2.163 °C), alta densidade (10,22 g/cm³), boa condutividade térmica, baixo coeficiente de expansão térmica e elevada resistência à corrosão (DNPM 2015).

Segundo o IDM Brasil (2021), aproximadamente 86% da produção de molibdênio é utilizada em aplicações metalúrgicas tais como ligas, principalmente as especiais de alta resistência e o restante sendo usado como compostos em aplicações químicas, com 35% destinado à indústria de aços estruturais, 25% de aço inoxidável, 9% em aços rápidos e ferramentas, 6% em ferro fundido, 6% na forma do metal e 5% em superligas. Por conferir alta resistência à corrosão nas ligas torna-se um elemento crítico ou estratégico.

2.2.1.4.1. Reservas de Minério de Molibdênio

Não há registro frequente de reservas lavráveis em metal contido no minério medidas no Brasil, no período de 2010 até 2021. Apenas em 2014 o Sumário Mineral do DNPM registrou 168 toneladas. As reservas medidas em metal contido para o molibdênio no Brasil, em 2020 estão registradas na Tabela 1, com os mesmos valores de 2014. Os dados provêm do DNPM 2015, entretanto, como não houve produção declarada de molibdênio desde 2010, considerou-se que as reservas se mantiveram as mesmas.

*Tabela 1. Reservas brasileiras, de molibdênio no ano de 2014 e até 2020**.*

País	Reserva Medida* (t cont)
Brasil	168

Fonte: DNPM, (2015).

Notas: *Embora os dados relativos a reservas as considerem como medidas, indicadas e inferidas, é importante ressaltar que, a partir de 2022, as classificações obedecerão ao estabelecido pela “Resolução nº 94, de 7 de fevereiro de 2022, do Ministério de Minas e Energia, Agência Nacional de Mineração”

** Dados de 2015, como não houve produção, as reservas se mantiveram.

Na atualidade constam no Cadastro Mineiro da Agência Nacional de Mineração ANM (2022), constam 57 (cinquenta e sete) processos minerários relativos a molibdênio. Todos os processos estão em fase de Autorização de Pesquisa, se concentram temporalmente desde os anos 2000 e estão associados com pedidos de pesquisa mineral de outros bens minerais, como talco, tungstênio, granito, calcário, cobre, chumbo, estanho, nióbio e manganês. Ou seja, aparentemente, os titulares dos requerimentos de pesquisa mineral das pesquisas sabem das dificuldades de extração e buscarão aliá-la à produção de outros minérios. Devido à falta de dados de reservas, não é possível visualizar a colocação do Brasil no ranking mundial em reservas lavráveis de molibdênio de 2010 até 2021.

Segundo o IDM Brasil (2021), as reservas mundiais estão estimadas em 16 milhões de toneladas, e em maior parte estão na China (8.3 Mt), Estados Unidos (2.7 Mt), Peru (2,3 Mt) e Chile (1.4 Mt). Como já assinalado, o Brasil não possui reservas expressivas de molibdênio.

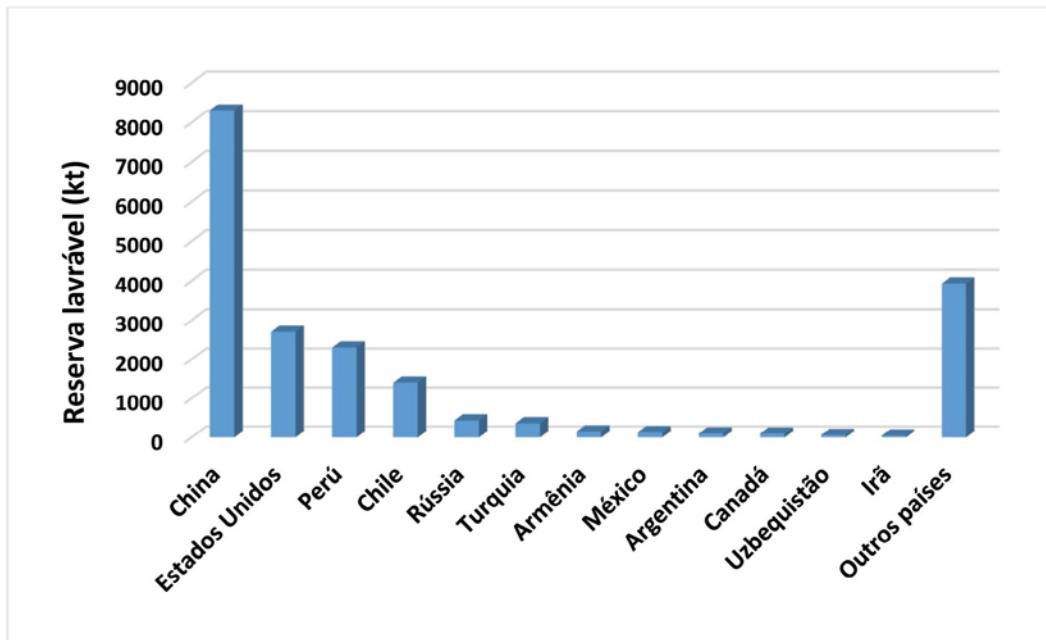
O ranking mundial de reservas medidas de molibdênio é mostrado na Tabela 2 e Figura 1, juntamente com os 12 países com maiores reservas no mundo.

Tabela 2. Ranking dos principais países detentores de reservas de molibdênio.

Colocação	País - 2020	Reserva Medida (t)
1º	China	8.300.000
2º	EUA	2.700.000
3º	Peru	2.300.000
4º	Chile	1.400.000
5º	Rússia	430.000
6º	Turquia	360.000
7º	Armênia	150.000
8º	México	130.000
9º	Argentina	100.000
10º	Canadá	96.000
11º	Uzbequistão	60.000
12º	Irã	43.000
	Outros Países	3.931.000
	TOTAL	16.069.000

Fonte: USGS, (2022).

Figura 1. Principais detentores mundiais das reservas de molibdênio, no ano de 2021



Fonte: USGS. (2022).

O molibdênio ocorre como o principal sulfeto de metal em grandes depósitos de pórfiro molibdênio de baixo grau e como um sulfeto de metal associado em depósitos de cobre pórfiro de baixo grau. Os recursos de molibdênio são adequados para suprir as necessidades mundiais no futuro próximo.

Há pouca substituição para o minério de molibdênio em sua principal aplicação em aços e ferros fundidos. Devido à disponibilidade e versatilidade do molibdênio, a indústria tem procurado desenvolver novos materiais que se beneficiem de suas propriedades de liga.

2.2.1.4.2. Produção de Minério de Molibdênio

A produção mundial de molibdênio foi de 250 mil toneladas em 2021, sendo os maiores produtores a China (94.000 t), Estados Unidos (64.000 t), Chile (38.000 t), Peru (18.000 t) e México (12.000 t). Por continente, 93% da produção é dividida em partes quase equivalentes entre América do Norte, América do Sul e China. A Europa e o resto da Ásia (principalmente Armênia, Rússia, Irã e Mongólia) produzem o remanescente (IDM BRASIL, 2021).

O Brasil não registra minas com produção de molibdênio de 2010 até 2021. Entretanto, estima-se uma pequena extração de molibdenita em garimpos. A

Tabela 3 e a Figura 2 mostram a evolução no ranking mundial dos 5 países com maiores produções. Em ordem decrescente de produção, China, Chile, Estados Unidos, Peru e México forneceram 94% da produção global total em 2020.

O processamento do minério de molibdênio geralmente inicia-se pela separação da molibdenita, por flotação, gerando um concentrado final com 70-90% de molibdenita (Souza, 2015). Esse concentrado de sulfetos (MoS₂) é convertido em concentrado de molibdenita ustulada (MoO₃) (> 57% Mo e < 0,1% S), também denominado de “technical mo oxide” ou “tech-oxide”, sendo o principal insumo para as ligas metálicas, aço inoxidável e produtos químicos de Mo.

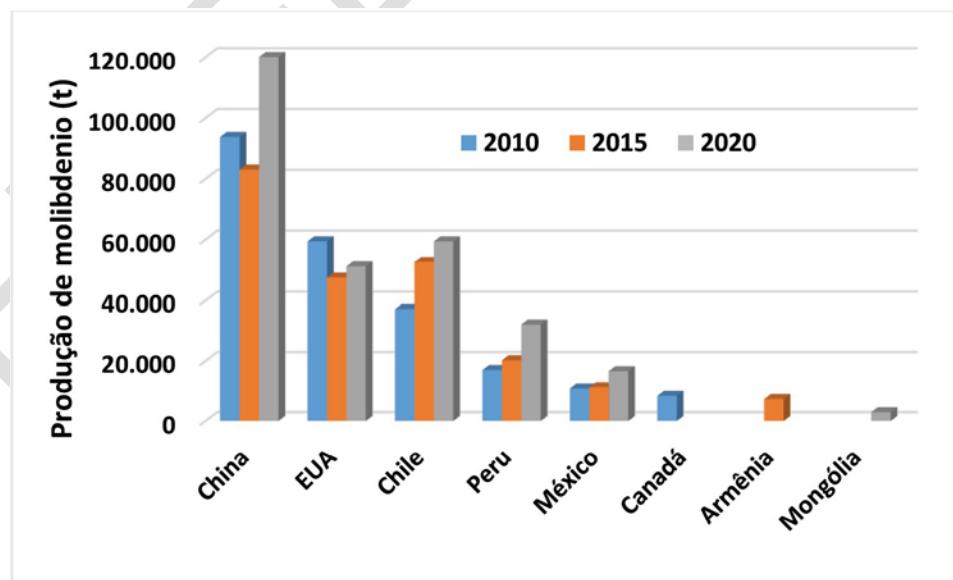
Tabela 3. Ranking dos principais produtores mundiais de metal contido de molibdênio.

Coloca- ção	2010		2015		2020	
	Países	Produção (t)	Países	Produção (t)	Países	Produção (t)
1º	China	93.600	China*	83.000	China*	120.000
2º	EUA	59.400	Chile	52.600	Chile	59.400
3º	Chile	37.200	EUA	47.400	EUA	51.100
4º	Peru	17.000	Peru	20.200	Peru	32.200
6º	México	10.900	México	11.300	México	16.600
5º	Canadá	8.260	Armênia	7.200	Mongólia	2.890
	Total	242.000	Total	235.000	Total	298.000

Fonte: USGS, (2012-2022).

Nota: *Estimado

Figura 2. Ranking dos principais produtores mundiais de metal contido de molibdênio.



Fonte: USGS, (2012-2022).

2.2.1.4.3. Consumo de Molibdênio

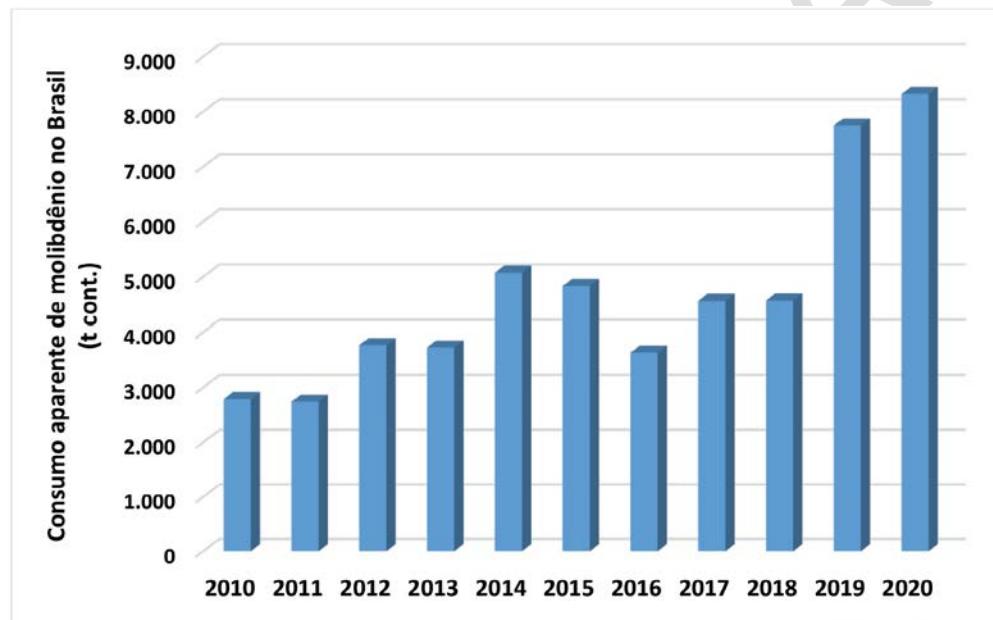
O consumo aparente (produção + importação – exportação) de molibdênio contido em concentrados no Brasil, a cada ano, desde 2010 até 2020, é mostrado na Tabela 4 e no gráfico da Figura 3, com os totais consolidados para o país. O teor de molibdênio contido no concentrado foi de 60% (DNPM, 2015).

Tabela 4. Consumo aparente brasileiro de molibdênio, em t contida.

ANO	Consumo (t cont)										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
BRASIL	2.785	2.737	3.764	3.722	5.071	4.828	3.629	4.559	4.565	7.746	8.317

Fonte: Comexstat, (2022).

Figura 3: Consumo aparente brasileiro de molibdênio.



Fonte: Comexstat, (2022).

O consumo de molibdênio no país está relacionado, em grande parte (cerca de 94%), à produção de aços molibdênio (aços especiais) e o restante (6%), para ligas de aços, ferroligas, filamentos, produtos manufaturados, indústria química, cerâmica e vidros. Segundo o DNPM (2015) cerca de 40% da produção de “tech-oxide” é usado para a fabricação da liga de ferromolibdênio (FeMo), com 65-75% de Mo contido. Outros 25% do “tech-oxide” são utilizados na indústria química, para a produção principalmente de trióxido de molibdênio, molibditos e de óxido de molibdênio puro (MoO₃). Destacam-se também as superligas elaboradas com molibdênio metálico (The International Molybdenum Association IMOA, 2020).

O Brasil, no ano de 2020, ocupou a 5^a posição no ranking mundial de consumo aparente de molibdênio contido. A Tabela 5 e Figura 4 mostram a evolução do ranking mundial, juntamente com os 5 países com maiores consumos no mundo. O teor de molibdênio contido no concentrado considerado foi de 60% (DNPM, 2015).

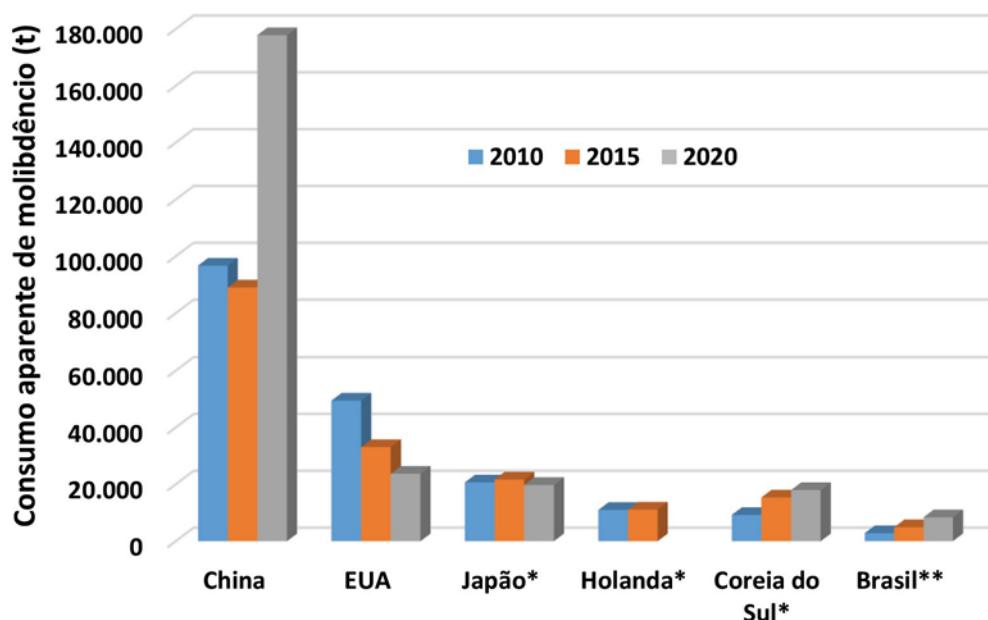
Tabela 5. Ranking dos principais países consumidores aparentes de molibdênio, contido em minérios e concentrados.

Colocação	2010		2015		2020	
	Países	Consumo (t)	Países	Consumo (t)	Países	Consumo (t)
1º	China	96.702	China	88.950	China	177.779
2º	EUA	49.404	EUA	33.036	EUA	23.673
3º	Japão*	20.607	Japão*	21.662	Japão*	19.725
4º	Holanda*	10.925	Coreia do Sul*	15.327	Coreia do Sul*	17.907
5º	Coreia do Sul*	9.165	Holanda*	11.045	Brasil**	8.317
	Brasil**	2.785	Brasil**	4.828		

Fontes: U01, (2022); USGS, (2012-2022); **Comexstat, (2022) e AMB, (2022).

Notas: *Sem produção declarada. Consumo Aparente = Produção + Importação - Exportação

Figura 4. Principais países consumidores aparentes de molibdênio, em t contida.



Fontes: U01, (2022); USGS, (2012-2022); **Comexstat, (2022) e AMB, (2022).

Geograficamente, a Ásia é a maior região consumidora de molibdênio, sendo responsável por cerca de metade do consumo total em 2020. As importações chinesas de molibdênio continuaram em níveis altos a partir do final da década passada.

Os consumos aparentes de bens primários e semimanufaturados/manufaturados apresentam tendências de aumentos no futuro próximo, devido às aplicações especiais do molibdênio, entretanto, o consumo aparente dos compostos químicos sofre bastante volatilidade de demanda e oferta.

2.2.1.4.4. Importações do Molibdênio

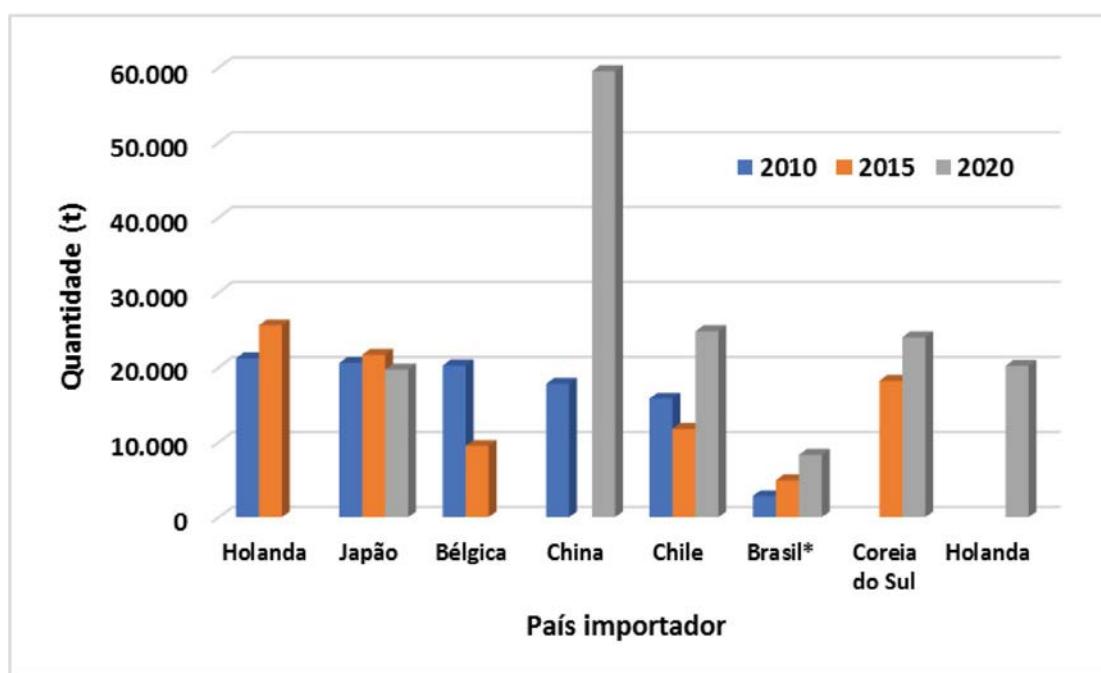
Segundo o Comexstat (2022), em 2020, o Brasil se colocou na 8^a posição no ranking mundial de importadores de concentrados de molibdênio. A Tabela 6 e a Figura 5 mostram a evolução do ranking mundial, juntamente com os 5 países maiores importadores. O teor de molibdênio contido no concentrado considerado foi de 60%.

Tabela 6. Ranking dos principais países importadores de molibdênio, t contida.

Colocação	2010		2015		2020	
	País	Importação (t)	País	Importação (t)	País	Importação (t)
1º	Holanda	21.201	Holanda	25.624	China	59.531
2º	Japão	20.607	Japão	21.662	Chile	24.811
3º	Bélgica	20.269	Coreia do Sul	18.182	Coreia do Sul	24.014
4º	China	17.800	Chile	11.781	Holanda	20.239
5º	Chile	15.835	Bélgica	9.517	Japão	19.725
6º	Brasil (15º)*	2.815	Brasil (11º)*	4.929	Brasil (8º)*	13.861
	Total	173.694	Total	153.205	Total	202.697

Fontes: U01, (2022) e *Comexstat, (2022).

Figura 5. Principais países importadores de molibdênio, t contida.



Fontes: U01, (2022) e *Comexstat, (2022).

A pauta de importação do Molibdênio em 2021 estava concentrada, em termos de quantidade, na molibdenita uskulada. Até 2014 os bens semimanufaturados tinham como principal produto o ferromolibdênio e as importações de bens manufaturados e compostos químicos de molibdênio foram pouco expressivas, representadas principalmente pelos produtos: pós de molibdênio e fios de molibdênio.

2.2.1.4.5. Exportações do Molibdênio

Em 2014, no Brasil o valor total das exportações de produtos de molibdênio se concentrou em produtos semimanufaturados (principalmente liga ferromolibdênio). Ressalta-se que a produção de ligas de ferromolibdênio são originárias do processamento das importações de concentrados de molibdênio, uma vez que o Brasil não possui minas em operação para este metal (DNPM, 2015).

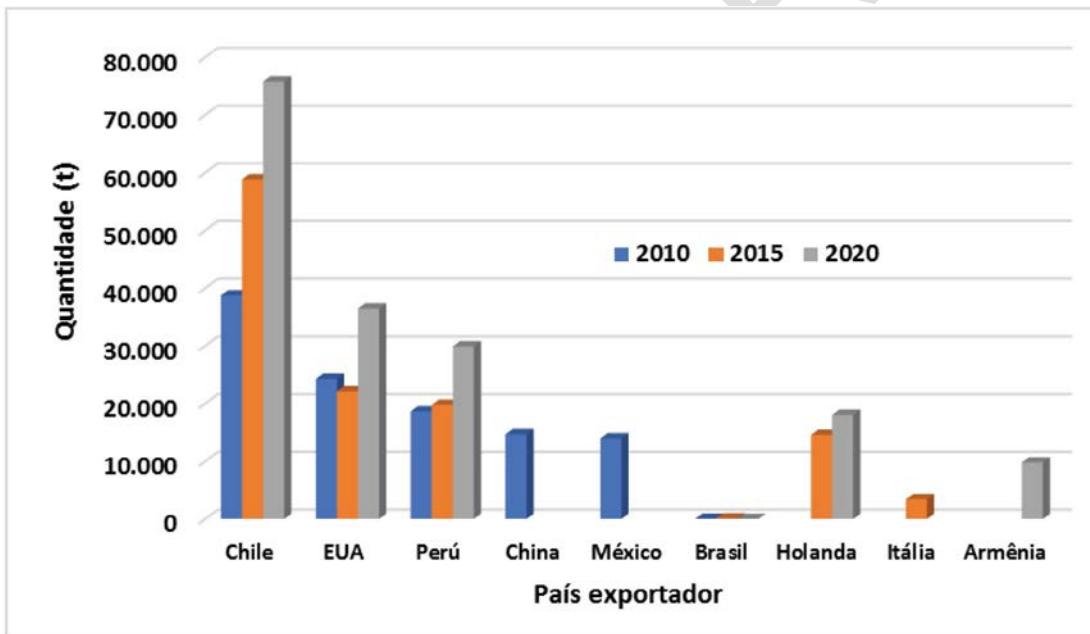
Em 2020, o Brasil se colocou na 26^a posição no ranking mundial de exportadores de molibdênio (Comtrade, 2022). A Tabela 7 e a Figura 6 mostram a evolução do ranking mundial, juntamente com os 5 países maiores exportadores.

Tabela 7. Ranking dos principais países exportadores de molibdênio (em metal contido).

Colocação	País	2010		2015		2020	
		Exportação (t)	País	Exportação (t)	País	Exportação (t)	
1º	Chile	38.738	Chile	58.881	Chile	75.825	
2º	EUA	24.279	EUA	22.092	USA	36.498	
3º	Peru	18.618	Peru	19.801	Peru	29.918	
4º	China	14.698	Holanda	14.579	Holanda	18.049	
5º	México	13.967	Itália	3.430	Armênia	9.814	
6º	Brasil (20º)	30	Brasil (17º)	101	Brasil (26º)	0,480	
	Total	140.408	Total	140.202	Total	195.905	

Fonte: U01, Comtrade (2022).

Figura 6. Principais países exportadores de molibdênio.



Fonte: U01, (2022).

2.2.1.4.6. Porte das Empresas e Geração de Empregos do Molibdênio

Devido às características da extração do minério de molibdênio, principalmente como subproduto de garimpagem de esmeralda e como potencial de subproduto das minerações de talco, tungstênio, granito, calcário, cobre, chumbo, estanho, nióbio e

manganês, não é possível realizar uma análise do panorama direto referente às empresas produtoras desta substância, sem considerar suas outras atividades.

Na atualidade, todos os processos minerários relativos a molibdênio, no Cadastro Mineiro da ANM, estão em fases de autorização de pesquisa e requerimento de lavra associados a outros bens minerais. Os requerimentos de pesquisa para a substância minério de molibdênio concentram-se em sua maioria nas regiões norte do país. Portanto, a perspectiva de concentração de futura produção nessas regiões deve ser analisada, dentro de um vigoroso programa de incentivo à pesquisa mineral e de outorga de alvarás de pesquisa.

2.2.1.4.7. Porte dos Projetos em Andamento e/ou Previstos

Segundo a base de dados ANM (2022), há 5 requerimentos de lavra para o molibdênio, indicando possíveis projetos no futuro. Os 5 requerimentos são em Currais Novos – RN, sendo 3 deles pela Mineração Tomaz Salustino S.A, 1 da Mineração Currais Novos Ltda. e 1 da Adjair Ramalho Dantas Me. Não há previsões divulgadas no setor.

2.2.1.4.8. Projeções para o Brasil até 2050 do Minério de Molibdênio

Com relação ao panorama do mercado brasileiro de molibdênio, a Tabela 8 apresenta as projeções de indicadores selecionados, sendo considerado um cenário conservador, de aumento de reservas à taxa de 1% ao ano e de aumento de consumo à taxa de 4% ao ano, conforme premissas especificadas abaixo, para atender principalmente ao mercado de aço nacional.

Tabela 8. Projeções de indicadores selecionados relativos ao mercado brasileiro do molibdênio.

	2020	2022	2026	2030	2034	2038	2042	2046	2050
Reservas Medidas (t) (1)	168	171	178	186	193	201	209	218	226
Produção (t) (2)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Consumo (kt) (3)	8,3	9,0	10,5	12,3	14,4	16,8	19,7	23,0	26,9
Importações (kt) (4)	8,3	9,0	10,5	12,3	14,4	16,8	19,7	23,0	26,9
Exportações (t) (5)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Empregos diretos (5)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Empregos indiretos (5)	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1. Considerando as reservas em 2020, com aumento em um cenário intermediário de 1,0% ao ano, em função dos requerimentos de pesquisa e da conversão de recursos.
2. Considerando que os recursos conhecidos de molibdênio do Brasil não são suficientes

- para estimular operação mineral.*
3. Considerando o cenário de crescimento da demanda de molibdênio próximo das projeções para o aço, que prevê um crescimento global da demanda de aproximadamente 4%.
 4. Considerando que o consumo do Brasil continue a ser atendido por importações.
 5. Considerando que o Brasil não disporá de operação mineral de molibdênio no período..

O molibdênio é listado na Resolução Nº 2 de 2021 da Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral do Ministério de Minas Energia (SGM/MME, 2021), que definiu 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 março de 2021. Esse Decreto instituiu a Política de Apoio ao Licenciamento Ambiental de Projetos de Investimentos para a Produção de Minerais Estratégicos - Pró-Minerais Estratégicos, dispondo sobre sua qualificação no âmbito do Programa de Parcerias de Investimentos da Presidência da República. O mesmo é assim considerado como bem mineral do qual o País depende de importação em alto percentual para o suprimento de setores vitais da economia (SGM/MME, 2021). Contudo, sua exploração não passa pelo radar das grandes empresas, porque não tem a escala de produção por elas desejada. Assim, a exploração mineral (prospecção + pesquisa) do molibdênio é alvo de requerimentos de pesquisa de pequenas e médias mineradoras no País.

2.2.1.4.9. Projeções para o mundo até 2050 do Minério de Molibdênio

Com relação ao panorama do mercado mundial de molibdênio, a Tabela 9 apresenta as projeções de indicadores selecionados, para um cenário de aumento de reservas à taxa de 4% ao ano e de aumento de produção também à taxa de 4% ao ano, valor próximo das projeções para o aço, que prevê um crescimento global da demanda de aproximadamente 4%.

Tabela 9. Projeções de indicadores selecionados relativos ao mercado mundial do molibdênio

	2020	2022	2026	2030	2034	2038	2042	2046	2050
Reservas Medidas (kt)	16.069	16.431	17.029	17.386	17.436	17.130	16.365	15.062	13.101
Produção (kt)	298	325	396	481	562	658	762	875	1.004
Consumo (kt)	298	325	396	481	562	658	762	875	1.004

1. Considerando as reservas atualizadas de molibdênio para 2020, com dedução anual da produção e reposição média de 4% aa das reservas medidas, convertidas a partir de novos projetos e dos recursos identificados.
2. Considerando o cenário de crescimento da demanda de molibdênio próximo das projeções para o aço, que prevê um crescimento global da demanda de aproximadamente 4%.
3. Considerando que a produção acompanhará o consumo.

As reservas mundiais de molibdênio permanecerão em um nível confortável, desde que haja a reposição prevista. Em 2021, o preço médio estimado do óxido de molibdênio aumentou 81% em comparação com o de 2020, segundo o London Metal Exchange (LME, 2022). Tal situação deve ser interpretada sob a ótica de que com mais valorizações desse nível, o incremento nas reservas e produção mundiais é previsível a curto prazo.

Lista de Referências:

Anuário Mineral Brasileiro – Dados Abertos - Agência Nacional de Mineração (ANM) - 2020.

Cadastro Mineiro da Agência Nacional de Mineração (ANM) – Março de 2022.

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - Minerais Estratégicos e Terras Raras, Brasília, 2014.

Código de Mineração – Decreto-Lei Nº 227 de 28 de fevereiro de 1967 e atualizações.

Ministério de Minas e Energia - Plano Nacional de Mineração 2030 - Brasília, 2010.

Mineral Commodity Sumaries – USGS – 2010 a 2022.

Navarro, G, R, B.; Zanardo, A.; Montibeller, C. C.; Leme T.G. - Livro de referências de minerais comuns e economicamente relevantes – 2017.

Recursos Minerais no Brasil – Problemas e Desafios - Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 2016.

Schobbenhaus, C., Dardenne, M. A., Metalogênese do Brasil. Editora da UnB, Brasília, 2001.

Sumário Mineral – Edições de 2010 a 2018 – Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM).

Tratamento de Minérios – 6ª Edição – CETEM/MCTIC, Rio de Janeiro, 2018.

DNPM, 2015, Sumário Mineral Brasileiro 2014 em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral/sumario-mineral-brasileiro-2015/view>



USGS, 2022, MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2022, USGS em <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022.pdf>

AMB, 2022, Anuário Mineral Brasileiro em https://app.anm.gov.br/DadosAbertos/AMB/Producao_Bruta.csv

USGS, 2012-2022, Molybdenum Statistics and Information em: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/molybdenum-statistics-and-information>

Comexstat, 2022, Exportação e Importação Geral. Subposição 2613 em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>

U01, 2022, United Nations Department of Economic and Social Affairs | Comtrade Database. SH(4): 2613 em: <https://comtrade.un.org/data/>

IMOA, 2022, International Molybdenum Association em: <https://www.imoa.info/index.php>

IDM BRASIL – Molibdênio – Instituto de Desenvolvimento Mineral – 2021

LME – London Metal Exchange – 2021

IMOA - International Molybdenum Association - Molibdénio - Insights do Mercado Global - 2020 - <https://www.metals-hub.com/pt/blog/molybdenum-global-market-insights/>

IMOA – Annual Review 2020 – 2021 –The voice the molybdenum industry - 2022

<https://www.imoa.info/molybdenum-media-centre/latest-news/latest-news-details.php?objectID=677&lang=en>

SOUZA, A.C.S. Produção de molibdênio metálico a partir da molibdenita de Carnaíba/Ba -UFBA – Escola Politécnica – Pograma de pós-graduação em engenharia Industrial - 2015

PLANO NACIONAL DE MINERAÇÃO 2050
PNM 2050**SINOPSE 5: Minério de Nióbio****CADERNO 2: Pesquisa e Produção Mineral**

SINOPSE 5: Minério de Nióbio.....	114
2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira	115
2.2.1. Tipo de Minério	115
2.2.1.5. Minério de Nióbio	115
2.2.1.5.1. Reservas de Minério de Nióbio.....	115
2.2.1.5.2. Produção de Minério de Nióbio	117
2.2.1.5.3. Consumo de Minério de Nióbio	120
2.2.1.5.4. Importações de Minério de Nióbio	122
2.2.1.5.5 Exportações de Minério de Nióbio.....	122
2.2.1.5.6. Porte das Empresas e Geração de Empregos	122
2.2.1.5.7. Porte dos Projetos em Andamento e/ou Previstos	124
2.2.1.5.8. Projeções para o Brasil até 2050 do Minério de Nióbio	124
2.2.1.5.9. Projeções para o mundo até 2050 do Minério de Nióbio	126
2.2.1.5.11. Referências	127

2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira

2.2.1. Tipo de Minério

Metálicos Ferrosos

2.2.1.5. Minério de Nióbio

O nióbio é empregado principalmente na siderurgia, na forma de Ferro-Nióbio. Em aplicação recente, como componente de bateria ele é empregado na forma do óxido (Nb_2O_5).

O Brasil é detentor de 95% das reservas de nióbio mundiais, e através da principal empresa do setor, detentora da tecnologia de produção do óxido, das ligas e do metal, o Brasil é o principal player nesse mercado.

2.2.1.5.1. Reservas de Minério de Nióbio

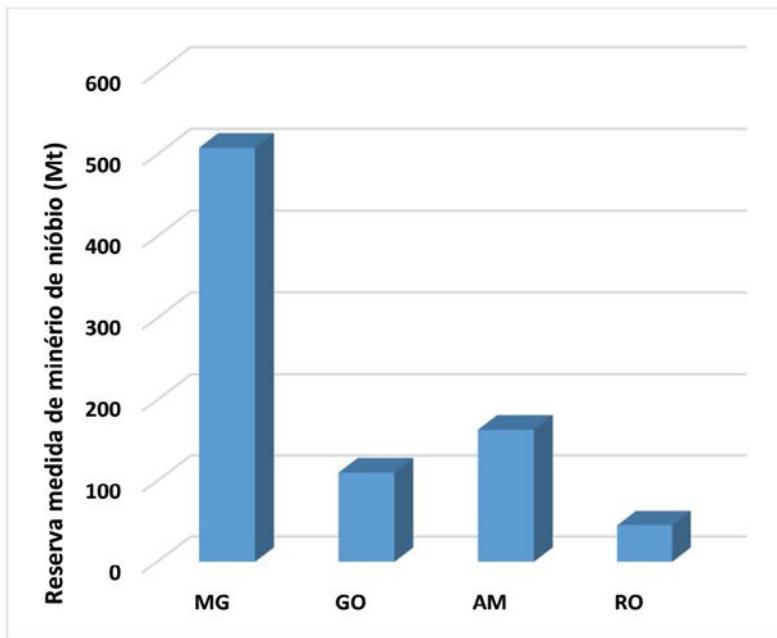
As reservas medidas no Brasil de Minério de Nióbio, em 2020, são de 826 Mt (AMB), com distribuição no território nacional, conforme mostrado na Tabela 1 e no gráfico da Figura 1, abaixo.

Tabela 1. Reservas brasileiras de nióbio, em 2021.

Estado	Reserva Bruta Medida (Mt)*	Minério**	Teor** de Nb_2O_5 (%)	Reserva Medida (Mt Nb_2O_5)
MG	508	Pirocloro	2,54	12,90
GO	110	Pirocloro	0,58	0,64
AM	163	Columbita- Tantalita	0,21	0,34
RO	45	Columbita- Tantalita	0,06	0,03
Brasil	826	---	---	13,91

Fontes: *Contatos com especialistas das empresas; **AMB, 2022.

Figura 1. Reservas brasileiras de minério de nióbio, em 2021.



Fonte: Contatos com especialistas das empresas..

Na atualidade, as reservas brasileiras representam cerca de 95% do total mundial, sendo que as reservas em Minas Gerais são francamente predominantes, não só em volume, como também em teor.

Nas reservas de Minas Gerais e de Goiás, a fonte de nióbio é o pirocloro, enquanto no Amazonas e Rondônia, o mineral é a columbita-tantalita. No que se refere à obtenção de nióbio, o pirocloro é particularmente interessante, uma vez que na columbita-tantalita a presença do tântalo é prejudicial, principalmente nas aplicações na siderurgia. Assim, a jazida de Araxá, em Minas Gerais, e, em menor extensão, a de Catalão, em Goiás, têm um aspecto positivo adicional, para o setor siderúrgico.

Não está considerado, dentre os dados acima, o depósito de Seis Lagos, na região amazônica, um superdepósito, que em estimativa preliminar pode apresentar até 2,9 Bt de minério, com um teor identificado, após amostragem incipiente, de até 2,81% de teor de Nb_2O_5 , o que poderia representar até 81,4 Mt de Nb_2O_5 contido (CPRM, 2019), o que pode se concretizar como um depósito que representa muitas vezes as atuais reservas existentes no planeta. Além de ainda depender de indispensáveis trabalhos de pesquisa mineral complementares, os depósitos de Seis Lagos encontram-se situados em área de preservação ambiental, de difícil acesso e em território indígena, o que impõe dificuldades regulatórias relacionadas a conflitos de ordenamento territorial.

Sem considerar Seis Lagos, as reservas explotáveis colocam o Brasil, segundo o Mineral Commodity Summaries (USGS, 2021), no ano de 2020, na 1^a posição no ranking mundial em reservas medidas de nióbio, expressas em Nb contido, conforme mostrado na Tabela 2, juntamente com os 2 países com maiores reservas no mundo.

Tabela 2. Ranking dos principais detentores mundiais das reservas medidas de nióbio, em toneladas de nióbio contido, no ano de 2020.

País	Reserva Medida (kt Nb)
Brasil	16.000
Canadá	1.600
EUA	170

Fonte: USGS, 2021

Como já mencionado, a quase totalidade das reservas mundiais de nióbio está no Brasil. Além dos países mostrados no quadro, pode-se mencionar a Austrália e a Rússia, dentre outros, mas todos com reservas pouco relevantes. Recentemente (Serdyuk, 2017), foi anunciada a descoberta, na Sibéria, de um depósito que pode apresentar uma reserva que seria a terceira maior do Mundo, porém com o seu principal enfoque em terras raras.

Um outro fato a ser considerado é que o abastecimento em nióbio, no âmbito mundial, é confortável, e as perspectivas de implantação de atividades mineiras em pequenas jazidas são, de um modo geral, pouco atrativas, a não ser nos casos em que estas operações envolvam outros bens minerais e o nióbio seja um coproduto.

2.2.1.5.2. Produção de Minério de Nióbio

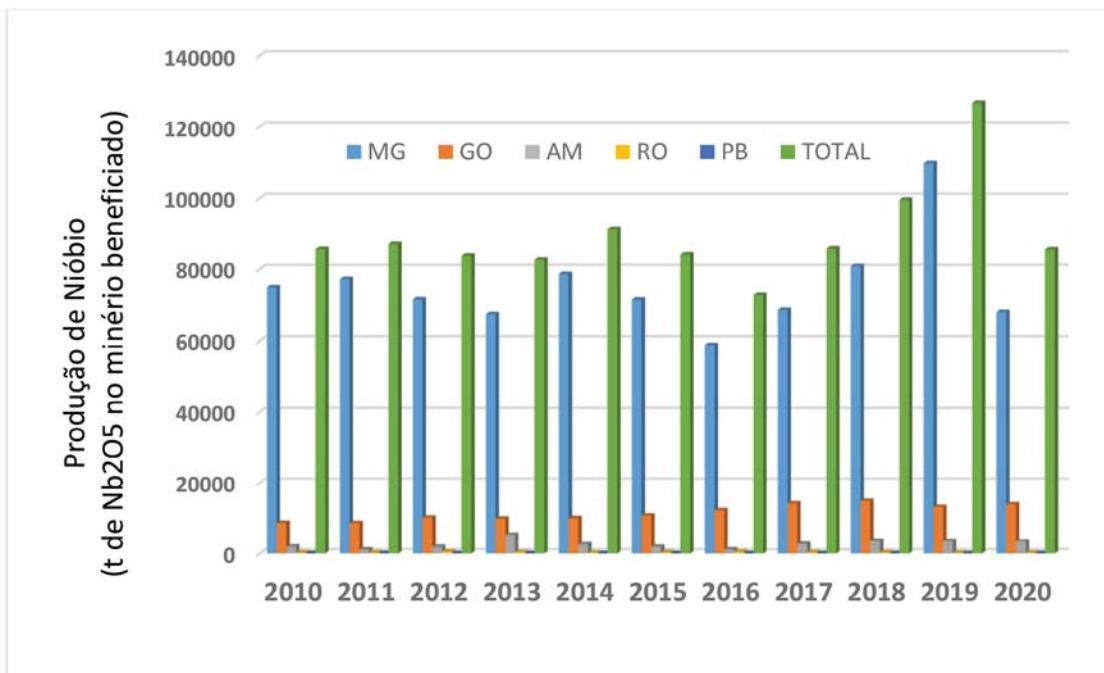
A produção no Brasil do minério de nióbio, a cada ano, desde 2010 até 2020, é mostrada na Tabela 3, por estado da federação, e no gráfico da Figura 2, com os totais consolidados para o país.

Tabela 3. Produção brasileira de nióbio (t de Nb₂O₅ contido em minério beneficiado), de 2010 a 2020.

	Produção Brasileira de Nióbio (em t de Nb ₂ O ₅ beneficiado)										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MG	74974	77239	71532	67436	78674	71453	58881	68624	80833	109760	68054
GO	8548	8501	10039	9731	9882	10578	12275	14207	14884	13221	13949
AM	1922	1102	1800	5225	2547	1849	1103	2670	3551	3502	3373
RO	228	232	497	328	179	278	426	310	286	158	196
PB	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0,5	--
TO-TAL	85672	87074	83867	82720	91281	84158	72684	85811	99554	126641	85572

Fonte: AMB 2022a

Figura 2. Produção brasileira de nióbio (t de Nb₂O₅ contido em minério beneficiado), de 2010 a 2020.



Fonte: AMB 2022a

Como se pode observar, a evolução da produção decorre da expansão das aplicações do metal. A queda em 2020 é pontual e não relevante. Com relação a isto, merece crédito o grande esforço realizado pela CBMM, no sentido de estimular o desenvolvimento de trabalhos de pesquisa e desenvolvimento das possibilidades de aplicação, com trabalhos em seus laboratórios internos e em universidades, para desenvolver desde otimização dos processos de lavra, até novos produtos, como aplicações em baterias, vidros e supercondutores.

Dada a sua posição hegemônica, o Brasil é o principal fornecedor, porém já na forma de produtos, de maneira que não há fornecimento de minérios de nióbio.

Toda a produção de Minas Gerais é processada para a produção de ferro-nióbio, outras ligas, nióbio metálico e pentóxido de nióbio, enquanto a produção de Goiás é destinada à produção de ferro-nióbio. Ao mesmo tempo, é importante destacar que a totalidade da produção é processada internamente, pelas empresas que detêm a exploração. Uma pequena exceção é a incipiente exportação de concentrado de Columbita-Tantalita, onde o nióbio é um subproduto.

Com grande destaque, a maior produção brasileira, e também mundial, é Minas Gerais, seguida, num patamar inferior, por Goiás. Há que se destacar, ainda que, enquanto o minério de Araxá tem em torno de 2,6% de Nb₂O₅, o de Catalão tem 0,57%. Em ambos os casos, a fonte de nióbio é o pirocloro, do que resulta uma baixa proporção de tântalo, o que é um aspecto favorável para a produção da liga ferro-nióbio.

Já nas jazidas do Amazonas e Rondônia, o mineral é a columbita-tantalita, que gera, principalmente, produtos contendo nióbio e tântalo (por exemplo, FeNbTa). Na realidade, nestas duas regiões o nióbio é apenas um dos coprodutos. Com efeito, tanto em Pitinga (AM), quanto em Ariquemes (RO) o foco principal das empresas detentoras das operações de lavra e processamento é a produção de estanho.

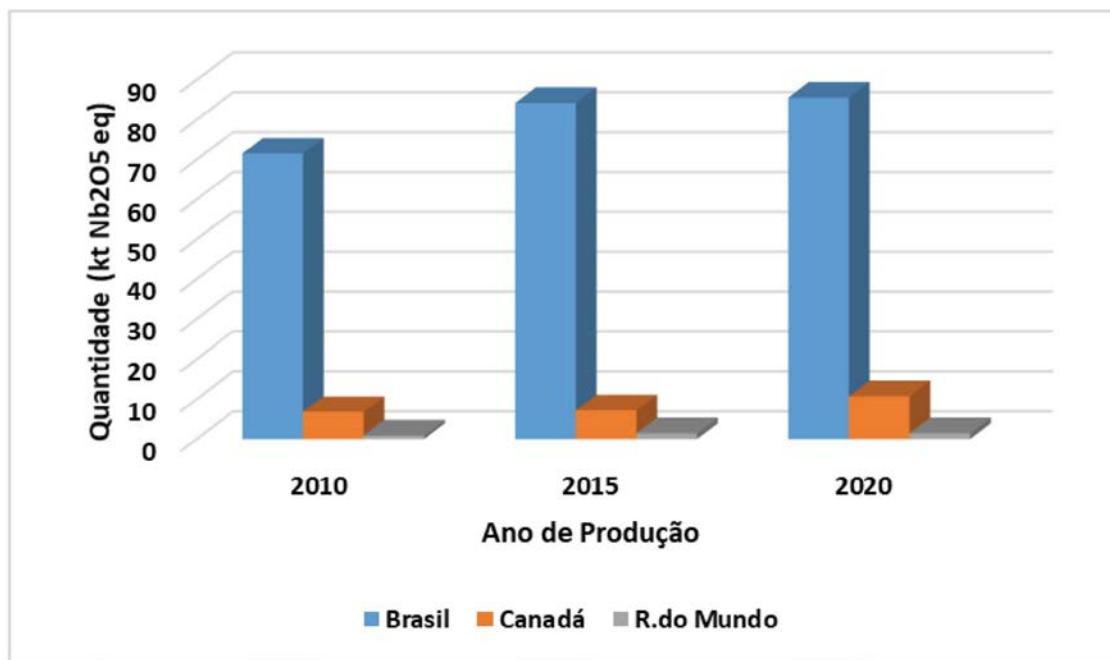
A sua produção coloca o Brasil, no ano de 2020, na 1^a posição no ranking mundial de produtores de nióbio e a Tabela 4, juntamente com a Figura 3, mostra sua evolução no ranking mundial. O número que engloba todos os produtos é o de Nb₂O₅ equivalente que, só na CBMM, em 2020, foi de 85,5 kt. O restante, correspondente a aproximadamente 19% da produção nacional, foi proveniente das operações de Goiás, Amazonas e Rondônia.

Tabela 4. Ranking dos principais produtores mundiais de nióbio, em kt de Nb₂O₅ equivalente.

Colocação País 2010	Produção (kt Nb ₂ O ₅ eq)	Colocação País 2015	Produção (kt Nb ₂ O ₅ eq))	Colocação País 2020	Produção (kt Nb ₂ O ₅ eq)
Brasil	71,50	Brasil	84,19	Brasil	85,50
Canadá	6,77	Canadá	7,15	Canadá	10,68
Resto do Mundo	0,86	Resto do Mundo	1,43	Resto do Mundo	1,43
TOTAL	79,13		92,77		97,61

Fonte: USGS.

Figura 3. Principais produtores mundiais de nióbio.



Fonte: USGS.

As posições do Brasil e do Canadá se mantém constantes e a tendência no futuro tende a ser a mesma. Em 2021 as produções do Brasil e Canadá foram de 66.000 kt e 7.400 kt de nióbio contido, respectivamente. Como regra geral, pode-se considerar a produção do resto do mundo como de nióbio associado a outros produtos.

2.2.1.5.3. Consumo de Minério de Nióbio

O consumo no Brasil de minério de nióbio, a cada ano, desde 2010 até 2020, é apresentado na Tabela 5, e no gráfico da Figura 4, com os totais consolidados para o país. Observe-se que tal consumo foi considerado como aproximadamente todo o minério beneficiado produzido no país, uma vez que praticamente toda a produção mineral é convertida em ligas, nos estados de Minas Gerais, Amazonas e Goiás, e ainda em óxidos e metais, estes exclusivamente em Minas Gerais.

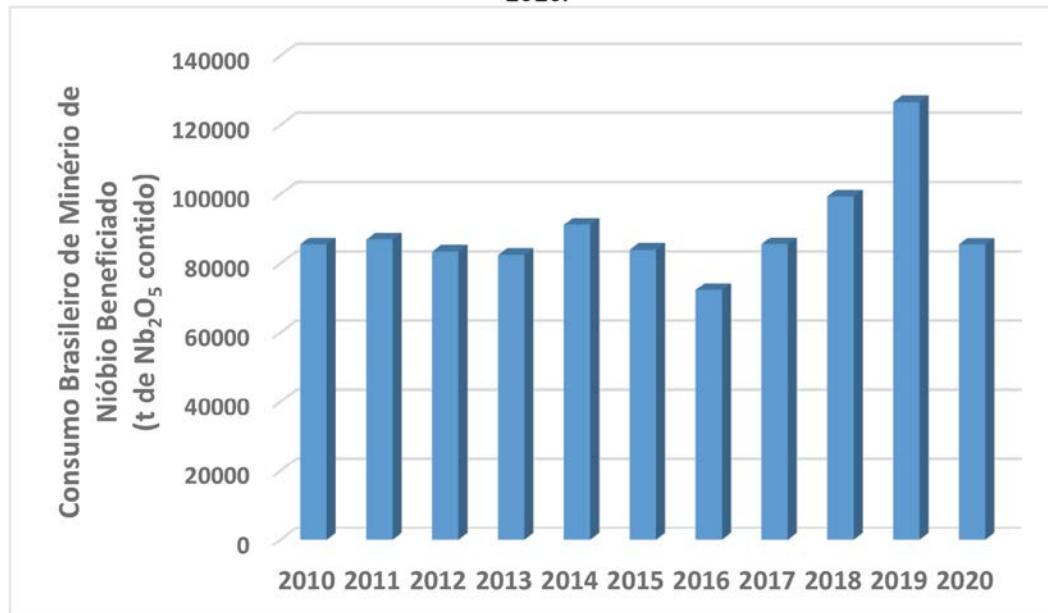
Tabela 5. Consumo brasileiro de minério de nióbio beneficiado (em Nb_2O_5 contido), de 2010 a 2020.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
TOTAL	85444	86842	83371	82392	91103	83881	72258	85501	99268	126483	85376

Fonte: AMB 2022a.

Figura 4. Consumo brasileiro de minério de nióbio beneficiado (em Nb_2O_5 contido), de 2010 a 2020.

2020.



Fonte: AMB 2022a.

Por sua vez, o consumo no Brasil de FeNb, produto que apresenta em sua composição 65% de nióbio, com respeito à contribuição média por tonelada de aço, tem evoluído ao longo do tempo, o que acompanha a tendência de maior participação do mix de produtos siderúrgicos. Com efeito, o seu emprego, antes concentrado em tubos API, passou para os aços da indústria automobilística e, finalmente, para os estruturais de alta resistência e baixa liga. Ilustrando, na série que vai de 2015 até 2019, o consumo passou de 0,08 kg/t aço, para 0,13 kg/t aço. A distribuição do consumo pelas unidades da Federação depende não só do porte das unidades de produção siderúrgica, como também do mix de produtos de cada uma.

Como toda a produção de minério é destinada às respectivas plantas, o consumo brasileiro de minério coincide com a produção. Com efeito, todas as minas são cativas das unidades de transformação.

O seu consumo de minério de nióbio coloca o Brasil, no ano de 2020, na 1^a posição no ranking mundial. A Tabela 6 mostra sua evolução no ranking mundial, em mil toneladas de nióbio contido no minério.

Tabela 6. Ranking dos principais consumidores mundiais de minério de Nióbio, em kt de Nb contido.

Colocação	País 2010	Consumo (kt.Nb)	País 2015	Consumo (kt.Nb)	País 2020	Consumo (kt.Nb)
1	Brasil	58000	Brasil	58000	Brasil	59800
2	Canadá	4420	Canadá	5750	Canadá	6500

Fonte: USGS.

Os dois países produtores relevantes de minério de nióbio consomem a totalidade das respectivas produções mineiras, primordialmente na produção de ligas FeNb, com menores proporções na produção de pentóxido de nióbio e na produção de nióbio metálico.

2.2.1.5.4. Importações de Minério de Nióbio

O Brasil não é importador de minério de nióbio e o comércio destes minérios no mundo, na forma não beneficiada, é incipiente. Os grandes fluxos de material são referidos aos produtos obtidos a partir dos minérios. Naturalmente, o Brasil tampouco é importador dos produtos diretos da produção do nióbio.

2.2.1.5.5 Exportações de Minério de Nióbio

O Brasil não é exportador de minério de nióbio, uma vez que toda sua produção é processada no próprio país, gerando os produtos que são comercializados no mercado nacional e internacional. Tais produções e fluxos de produtos de nióbio são tratados separadamente, no capítulo referente à Cadeia Produtiva do Nióbio, constante do Caderno 3, desta publicação.

2.2.1.5.6. Porte das Empresas e Geração de Empregos

A Tabela 7, abaixo, mostra um panorama das empresas produtoras de Minério de Nióbio no Brasil no ano de 2020, conforme seu porte, em termos de produção, e listando ainda os estados da federação onde estão instaladas suas operações e os números de empregos diretos e indiretos gerados.

Tabela 7. Panorama das empresas produtoras de minério de nióbio no Brasil, por porte de produção, no ano de 2020.

Empresas de Grande Porte de Produção (>1Mta ROM)				
Empresa	Produção ROM (kt)	Estado	Empregos diretos	Empregos indiretos
CBMM	3710	MG	1.796	5.055
CMOC	8750	GO	760	2.139*
Mineração Taboca**	5906	AM	1.649	4.641*
Empresas de Pequeno Porte de Produção (<100kta e > 10kta ROM)				
Empresa	Produção ROM (kt)	Estado	Empregos diretos	Empregos indiretos
Várias	47	RO	---	---
Total das Empresas por Porte de Produção				
Porte	Produção	Brasil	Empregos diretos	Empregos indiretos
Grande	18.366		2.556	7.149
Pequeno	47		---	---
Total**	18.413	Brasil	>2.556	>7.194

Fontes: CBMM, 2021; CMOC, 2022. *Estimados na mesma proporção de empregos da CBMM.

Obs.: Os números de empregos da Taboca e ERSA não são computados, em razão de suas ainda pequenas produções de nióbio e por terem, consequentemente, a maior parte de sua estrutura voltada para a produção de estanho.

Apesar da diferença de patamares em relação ao produto final, dentro do enfoque da mineração, a CBMM, a CMOC e a Taboca estão no mesmo grupo de empresas de grande porte. Com efeito, as movimentações de ROM são similares, decorrente da grande diferença entre os teores de Nb_2O_5 de cada origem.

Apesar do volume relativamente alto do ROM da Taboca, trata-se de um minério polimetálico, onde a fonte de nióbio é a columbita-tantalita. Na realidade, o nióbio e o tântalo são coprodutos da empresa. A mineração em Rondônia é feita por duas empresas, com foco na cassiterita, e por associações de garimpeiros. Assim sendo, a indicação da mão de obra envolvida com o nióbio é precária.

A maior concentração da produção no País, e no mundo, está em Minas Gerais, consequência natural da localização da maior reserva mundial. Praticamente toda a geração de empregos está associada a empresas de grande porte.

2.2.1.5.7. Porte dos Projetos em Andamento e/ou Previstos

A Tabela 8 mostra um panorama dos projetos de ampliação da produção de Minério de Nióbio no Brasil, divulgados até o ano de 2021, em termos de produção, listando ainda os estados da federação onde estão instaladas suas operações e os números de empregos diretos e indiretos gerados.

Tabela 8. Panorama dos projetos em andamento e/ou previstos para a produção de minério de nióbio no Brasil, anunciados até o ano de 2021.

Projetos de Grande Porte de Produção (>1Mta)				
Empresa e Ano de início do projeto	Produção Prevista (kt.ROM)	Estado	Empregos diretos previstos	Empregos indiretos previstos
CBMM 2030	10.000	MG	2700*	3500*
Total	10.000	Brasil	2700*	3500*

*Estimativas baseadas na expansão das atividades e instalações correntes, mantendo aumento proporcional da mão-de-obra, uma vez que não foram divulgadas projeções pela empresa.

O único projeto divulgado até o ano de 2021 é o da CBMM. Estima-se que esta expansão, em parte visa atender a uma futura demanda do pentóxido, para aplicações na transição energética, além do incremento da produção de liga. No entanto, é de se esperar uma expansão da CMOC, mas não há manifestações a respeito. Ainda, considerando as características do setor, é provável que os projetos futuros, referentes ao nióbio de pirocloro, vão se limitar às duas empresas atuais, em Minas Gerais e Goiás.

Outras expansões, no Amazonas e Rondônia serão direcionadas principalmente ao estanho e, em menor escala, ao tântalo, aos quais o nióbio ocorre associado. Em se tratando, essencialmente, de abertura de novas frentes a geração de novos empregos é na forma de complementações, não proporcionais ao incremento da produção, mesmo porque parte destas complementações são com o objetivo de manutenção de produção.

2.2.1.5.8. Projeções para o Brasil até 2050 do Minério de Nióbio

Os dados de estimativas das projeções para o Brasil, até 2050, considerando o cenário atual, o cenário futuro, são apresentados na Tabela 9 e na Figura 5.

Tabela 9. Estimativas das projeções para o Brasil de produção de minério de nióbio, até 2050, considerando o cenário atual e o cenário futuro.

	2020	2022	2026	2030	2034	2038	2042	2046	2050
Reservas Medidas (kt.Nb) (1)	16.000	15.878	15.602	15.277	14.900	14.471	13.982	13.426	12.792
Produção (kt.Nb) (2)	59,8	64,9	76,3	89,7	102,2	116,3	132,5	150,8	171,7
Consumo (kt. Nb) (3)	59,8	64,9	76,3	89,7	102,2	116,3	132,5	150,8	171,7
Importações (kt. Nb) (3)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Exportações (kt. Nb) (3)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Empregos diretos (4)	2.556	2.772	3.260	3.835	4.367	4.972	5.662	6.447	7.341
Empregos indiretos (4)	7.149	7.753	9.119	10.726	12.213	13.907	15.835	18.031	20.532

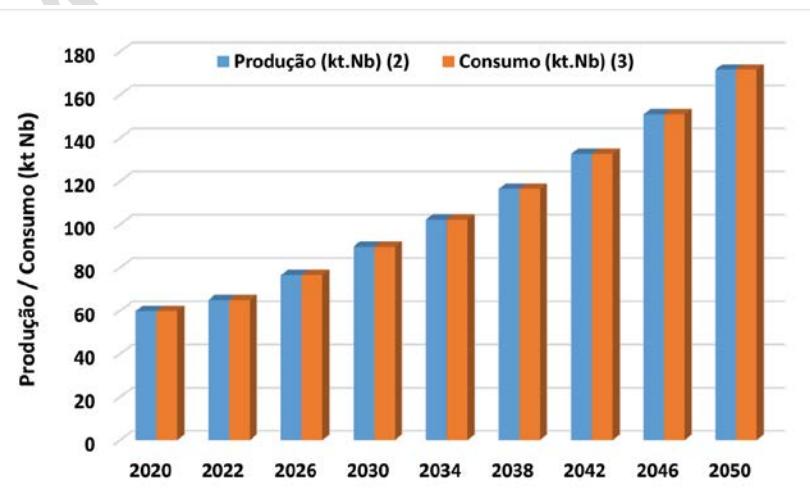
¹A reserva total, por sua grande abundância no Brasil, foi considerada como consumida anualmente, porém poderia ser também considerada mantida em todo o período, uma vez que as principais empresas produtoras têm como política a contínua certificação de novas reservas, para compensar a produção.

²Considerando as produções das empresas já em operação, com aumento projetado de 4,14% ao ano, até 2030, e 3,3% ao ano de 2030 a 2050, acompanhando as projeções mundiais de minério de ferro e aço, conforme Future Marketing Insights (FMI, 2022) e World Steel Association (WSA, 2022), respectivamente, uma vez que a quase totalidade do nióbio produzido tem o aço como consumidor final.

³Considerando que toda a produção de minério de nióbio do Brasil é destinada à geração de produtos pelas próprias empresas detentoras das operações de lavra.

⁴Considerando fixas as relações atuais de empregos diretos e indiretos, por kt de nióbio contido produzido.

Figura 5. Estimativas das projeções para o Brasil de produção e consumo de minério de nióbio, até 2050.



Apesar de não haver expansões anunciadas, pode-se antever os incrementos de produção e consumo, em função do aumento projetado da produção de aço, além da possível aplicação do nióbio como pentóxido, no ciclo de transformação energética. A evolução das reservas medidas depende do desenvolvimento dos trabalhos de prospecção, o que ocorre naturalmente nas regiões das áreas onde estão as atividades minerárias atuais e respectivas unidades metalúrgicas.

Há que se observar, no caso do nióbio, que as reservas medidas atuais contemplam um horizonte de abastecimento mundial de centenas de anos. Acrescente-se a isto o fato de o depósito de Seis Lagos, no Amazonas, possuir potencial para apresentar reservas superiores ao total das atuais reservas medidas do país. Com isto, pode-se sugerir que esforços/recursos de prospecção mineral sejam direcionados para bens mais carentes. No que se refere a eventuais exportações do Amazonas e Rondônia, o enfoque principal não é necessariamente o nióbio, no momento, não tendo sido consideradas importantes suas projeções.

2.2.1.5.9. Projeções para o mundo até 2050 do Minério de Nióbio

Os dados de estimativas das projeções para o mundo, até 2050, considerando o cenário atual e o cenário futuro, são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10. Estimativas das projeções para o mundo, até 2050, considerando o cenário atual, o cenário futuro e pleno investimento no setor.

	2020	2022	2026	2030	2034	2038	2042	2046	2050
Reservas Medidas (kt.Nb) (1)	17770	17632	17320	16952	16526	16040	15487	14858	14141
Produção (kt.Nb) (2)	67,7	73,4	86,3	101,5	115,6	131,6	149,8	170,6	194,3
Consumo (kt.Nb) (3)	67,7	73,4	86,3	101,5	115,6	131,6	149,8	170,6	194,3

¹A reserva total poderia ser também considerada mantida em todo o período, uma vez que as principais empresas produtoras têm como política a contínua certificação de novas reservas, para compensar a produção. Considerando ainda a entrada de novas empresas e reservas em nível mundial, para substituir a produção do Canadá.

²Considerando as produções das empresas já em operação, com aumento projeto de 4,14% ao ano, até 2030, e 3,3% ao ano de 2030 a 2050, acompanhando as projeções mundiais de minério de ferro e aço, conforme Future Marketing Insights e World Steel Association, respectivamente, uma vez que a quase totalidade do nióbio produzido tem o aço como consumidor final. Considerando ainda a entrada de novas empresas e reservas em nível mundial, para substituir a produção do Canadá.

³Considerando que toda a produção de minério de nióbio é destinada à geração de produtos pelas próprias empresas detentoras das operações de lavra.

Em termos mundiais, a única expansão anunciada seria a da CBMM. Fora a participação via produtos siderúrgicos, não há números referentes ao uso na transição energética, posto que o uso para baterias na forma de pentóxido ainda

está em estágio de pesquisa. Para efeito de projeção da produção, foi calculado o incremento da demanda em dois grandes segmentos – o siderúrgico e o de outras aplicações.

Para o setor siderúrgico e de fundição, foi considerada a projeção da produção de produtos siderúrgicos e de fundidos, segundo Future Marketing Insights (FMI, 2022) e World Steel Association (WSA, 2022).

Estima-se ainda que, de 2030 a 2050, a participação média de aplicações fora da siderurgia possa alcançar até 22%, mas tais números ainda não foram incorporados. Neste aspecto, há que se mencionar o desenvolvimento da aplicação do óxido em baterias, conduzido pela CBMM, associada à Toshiba e Volkswagen. Há que se destacar os esforços de verticalização da cadeia produtiva do Nb, que vêm sendo realizados pela CBMM, ao longo de vários anos. Tal esforço é articulado com uma estratégia de “marketing de aplicação”, através da qual a empresa desenvolve, há muitos anos, um trabalho de demonstração das vantagens técnico-econômicas das ligas de Nb. Tal comportamento estratégico se afigura altamente inspirador de medidas de política pública que podem e devem ser adotadas em outros segmentos específicos da indústria mineral.

No que diz respeito ao consumo, este coincide com a produção da mina, já que mina-metalurgia são, neste caso, operações casadas. Assim sendo, não há, também importações e exportações de minério. Alguma operação comercial com columbita-tantalita, ou é de pouca relevância, ou focada no tântalo.

Em um tópico não abordado diretamente por este estudo, é importante ressaltar que a CBMM articula com eficiência as suas estratégias de competitividade e de sustentabilidade, situando-se como referência em termos de controle ambiental e relações com a comunidade, em relação às quais a empresa evidencia um comportamento exemplar. (CBMM, 2021)

2.2.1.5.11. Referências

- AMB, ano: Anuário Mineral Brasileiro 2010, Anuário Mineral Brasileiro 2016 e 2017 – Metálicos, Anuário Mineral Brasileiro Principais Substâncias Metálicas 2018 a 2022.

- AMB, 2022a: Anuário Mineral Brasileiro em https://app.anm.gov.br/DadosAbertos/AMB/Producao_Beneficiada.csv
- CBMM, 2021: Relatório de Sustentabilidade 2020 / 2021 em <https://cbmm.com/assets/sustainability-report-2020/pdf/CBMM-Relatorio-de-Sustentabilidade-2020.pdf>
- CMOC, 2022: CMOC Brasil (China Molybdenum Co.), informações diretas da empresa, em 2022.
- CPRM, 2019: Takehara, Lucy, 2019/11/07 SN - 978-85-7499-504-5 - Informe de Recursos Minerais Morro dos Seis Lagos.
- FMI, 2022: Future Market Insights em www.futuremarketinsights.com/reports/direct-reduced-iron-dri-market. Acesso em 05.05.2022.
- Serdyuk, 2017: Serdyuk, S. S. et al.; The Chuktukon niobium-rare earth metals deposit: Geology and investigation into the processing options of the ores; Minerals Engineering 113 (2017) 8–14.
- USGS, 2021: Mineral Commodity Summaries 2021, em <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2021/mcs2021-niobium.pdf>
- USGS: USGS Mineral Commodities Summary, de 2011 a 2022.
- WSA, 2022: World Steel Association em <https://www.reportlinker.com/report-summary/Iron-And-Steel/111879/Global-Steel-Industry>. Acesso em 05.05.2022.

PLANO NACIONAL DE MINERAÇÃO 2050
PNM 2050**SINOPSE 6. Minério de Tântalo****CADERNO 2: Pesquisa e Produção Mineral**

SINOPSE 6. Minério de Tântalo	129
2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira	130
2.2.1. Tipo Mineral	130
2.2.1.6. Minério de tântalo	130
2.2.1.6.1. Reservas de minério de tântalo.....	130
2.2.1.6.2. Produção de minério de tântalo.....	132
2.2.1.6.3. Consumo de minério de tântalo	135
2.2.1.6.4. Importações de tântalo.....	137
2.2.1.6.5. Exportações de tântalo.....	138
2.2.1.6.6. Porte das empresas e geração de empregos.....	139
2.2.1.6.7. Porte dos projetos em andamento e/ou previstos e geração de empregos de minério de tântalo	140
2.2.1.6.8. Projeções para o Brasil até 2050 de minério de tântalo.....	141
2.2.1.6.9. Projeções para o mundo até 2050 de minério de tântalo.....	143

2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira

2.2.1. Tipo Mineral

Metálicos Ferrosos.

2.2.1.6. Minério de tântalo

O Brasil é um dos líderes mundiais na produção de minério de tântalo. Trata-se de elemento metálico de alta tecnologia, encontrado nos minerais da série columbita-tantalita. O principal uso do tântalo é como óxido, um material dielétrico, para a produção de componentes eletrônicos, capacitores de tântalo em computadores, chips, celulares, e eletrônicos automotivos. O tântalo em superligas é usado para produzir componentes de motores de jatos, equipamentos para processos químicos, peças de mísseis e reatores nucleares. Essa substância merece uma atenção especial pelo seu potencial de futuro, demandando investimento em avanços tecnológicos para suas aplicações e obtenção, incluindo-se o reaproveitamento de rejeitos da mineração de cassiterita. Pode se tornar um mineral estratégico para o país neste século.

2.2.1.6.1. Reservas de minério de tântalo

As reservas medidas no Brasil de minério de tântalo, até 2020, foram de 39.805 t_{cont} (ANM 2020), enquanto as reservas indicadas foram de 52.840 t_{cont} (ANM 2020) e as inferidas de 24.151 t_{cont} (ANM 2020), com distribuição no território nacional conforme mostrado na Tabela 1 e na Figura 1, abaixo.

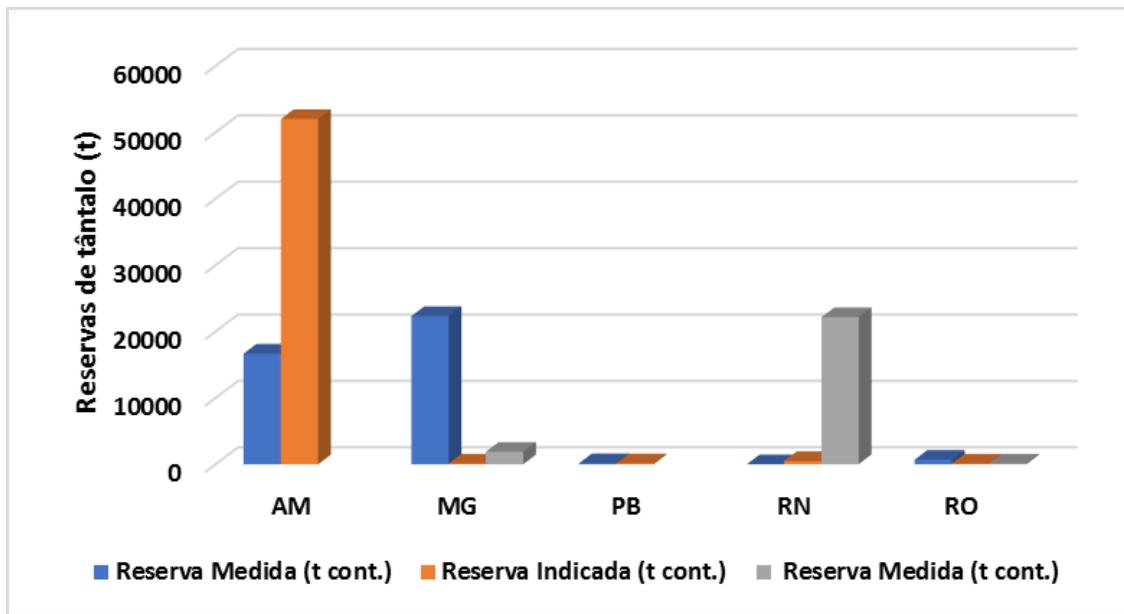
Tabela 1. Reservas brasileiras, por estado, de minério de tântalo, até o ano de 2020.

Estado	Reserva Medida* (t _{cont})	Reserva Indicada* (t _{cont})	Reserva Inferida* (t _{cont})
AM	16.669	52.000	-
MG	22.307	99,9	1.883,1
PB	153,0	147,7	-
RN	0,5	482,3	22.157,0
RO	675,0	109,5	110,5
TOTAL	39.805	52.839	24.151

Fonte: ANM (2020).

Nota: (*) Embora os dados relativos a reservas as considerem como medidas, indicadas e inferidas, é importante ressaltar que, a partir de 2022, as classificações obedecerão ao estabelecido pela “Resolução nº 94, de 7 de fevereiro de 2022, do Ministério de Minas e Energia, Agência Nacional de Mineração”

Figura 1. Reservas brasileiras, de minério de tântalo, até o ano de 2020.



Fonte: ANM (2020).

Observando-se a soma das Reservas Medidas e Indicadas na Tabela 1, temos que 74% das reservas brasileiras de minério de tântalo estão no estado do Amazonas, seguido pelo estado de Minas Gerais, com 24%. Como as reservas nacionais estão expressas em toneladas contidas, assumindo o teor de 0,3 kg Ta cont / t ROM (minério bruto) (AMB 2022) chegamos ao valor de 308 milhões de toneladas de minério. Considerando a média da produção dos últimos anos, as reservas medidas, indicadas e inferidas são suficientes para sustentar a produção por 35 anos, enquanto as reservas medidas são suficientes para aproximadamente 15 anos de produção.

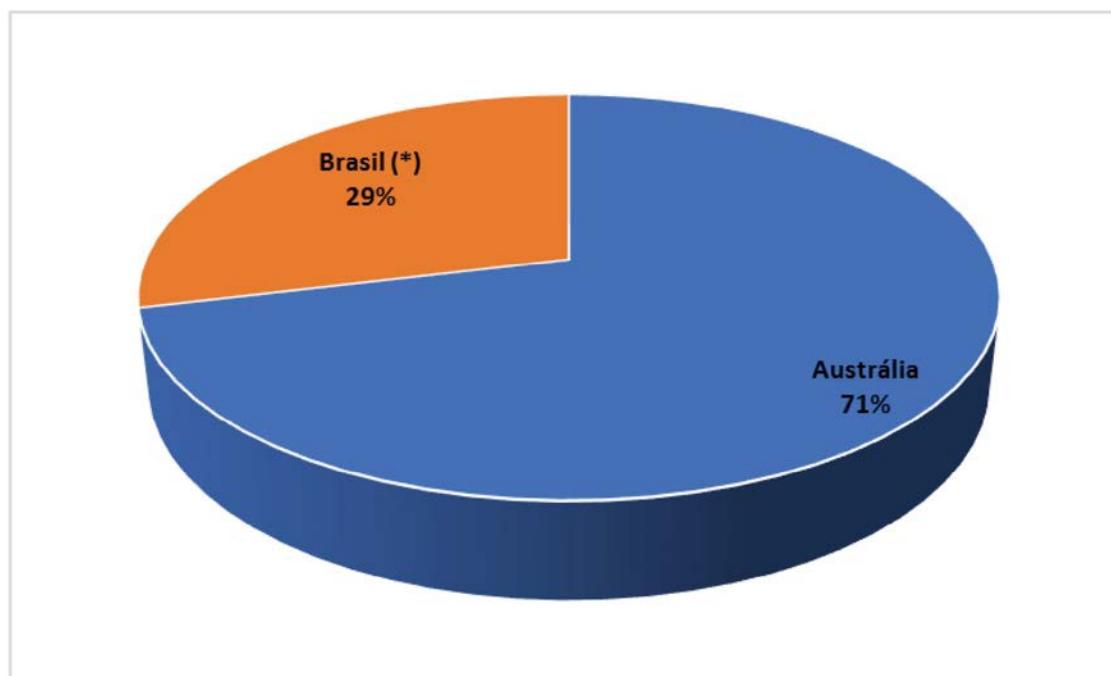
Tais reservas colocam o Brasil, no ano de 2020, na 2^a posição no ranking mundial em reservas medidas de minério de tântalo, conforme mostrados na Tabela 2 e Figura 2, juntamente com a Austrália, que possui as maiores reservas medidas no mundo.

Tabela 2. Principais países detentores das reservas de minério de tântalo, no ano de 2020.

Colocação	País	Reserva Medida (t _{cont})
1º	Austrália	99.000
2º	Brasil	39.805

Fontes: MCS (2021) e USGS (2022).

Figura 2. Principais países detentores das reservas de minério de tântalo, no ano de 2020.



Fontes: MCS (2021) e USGS (2022).

Na Tabela 2 observa-se que a Austrália em 1º lugar, com dois terços das reservas globais e o Brasil em 2º, com um terço. Dessa forma, regionalmente, as reservas se concentram na Oceania (67%), seguida pelas Américas (33%). Embora haja produção considerável de tântalo no continente africano, há que se destacar que toda a geração corresponde a atividades de mineração artesanal, sem medidas oficiais de reservas nem controle da produção.

2.2.1.6.2. Produção de minério de tântalo.

A produção anual brasileira de minério de tântalo entre 2010 e 2020 é mostrada na Tabela 3, por estado da federação, e na Figura 3, com os totais consolidados para o país.

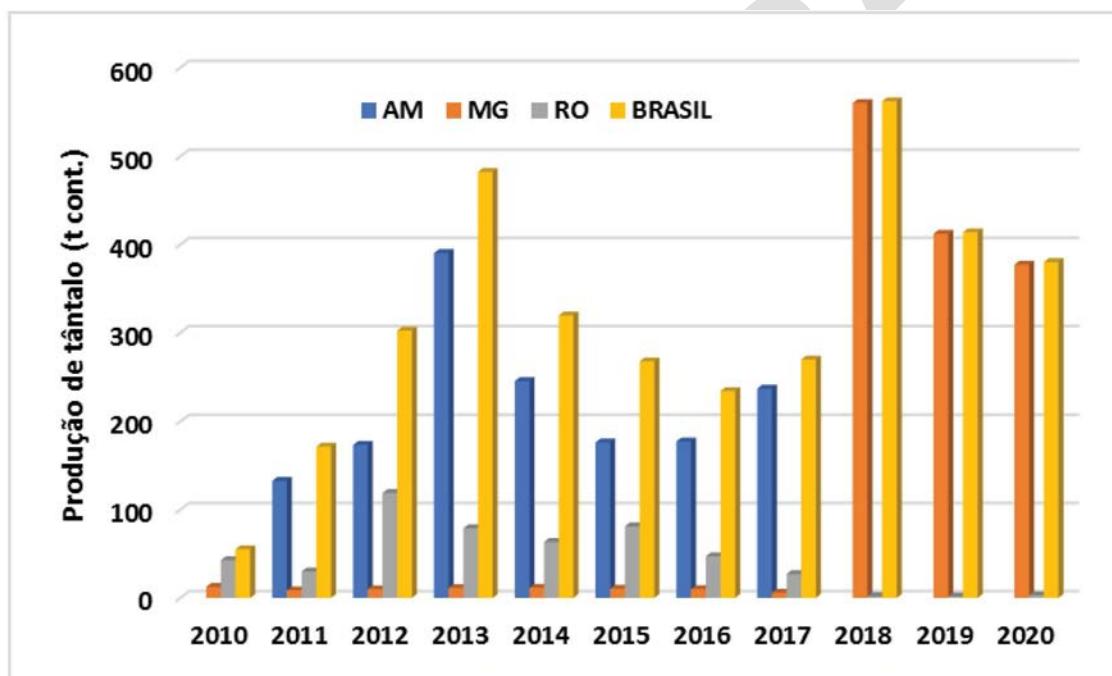
Tabela 3. Produção brasileira de minério de tântalo, de 2010 até o ano de 2020.

Estado	Produção (t.contidas)										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
AM		132,3	173,2	390,5	245,2	176,1	177	236,8	*	*	*
MG	12,3	8,4	9,7	11,1	11,4	10,3	9,8	5,8	560,4	412,1	377,6
RO	42,8	30,3	118,8	79,3	63,3	81,4	47,2	27,4	2	1,6	2,9
BRA-SIL	55,1	171,2	302,4	481,9	320	268	234	270	562,4	413,7	380,4

Fontes: AMB (2018) e AMB (2022).

*Não foi registrada produção no estado do Amazonas no Anuário Mineral Brasileiro de 2018 a 2020.

Figura 3. Produção brasileira, por ano, de minério de tântalo, desde 2010 até o ano de 2020.



Fontes: AMB (2018) e AMB (2022).

Nota: Não foi registrada produção no estado do Amazonas no Anuário Mineral Brasileiro de 2018 a 2020.

A produção brasileira de minério de tântalo concentra-se quase integralmente no Amazonas e em Minas Gerais, com 99% da produção. A maior produção se encontra no estado do Amazonas, devido à operação na mina de Pitinga. A partir de 2018, não há informações sobre produção no Amazonas no Anuário Mineral Brasileiro. Segundo informações da empresa responsável, isso se deve ao fato que o minério produzido no Amazonas passou a ser

transportado para Minas Gerais, que aumentou significativamente sua produção a partir de 2018.

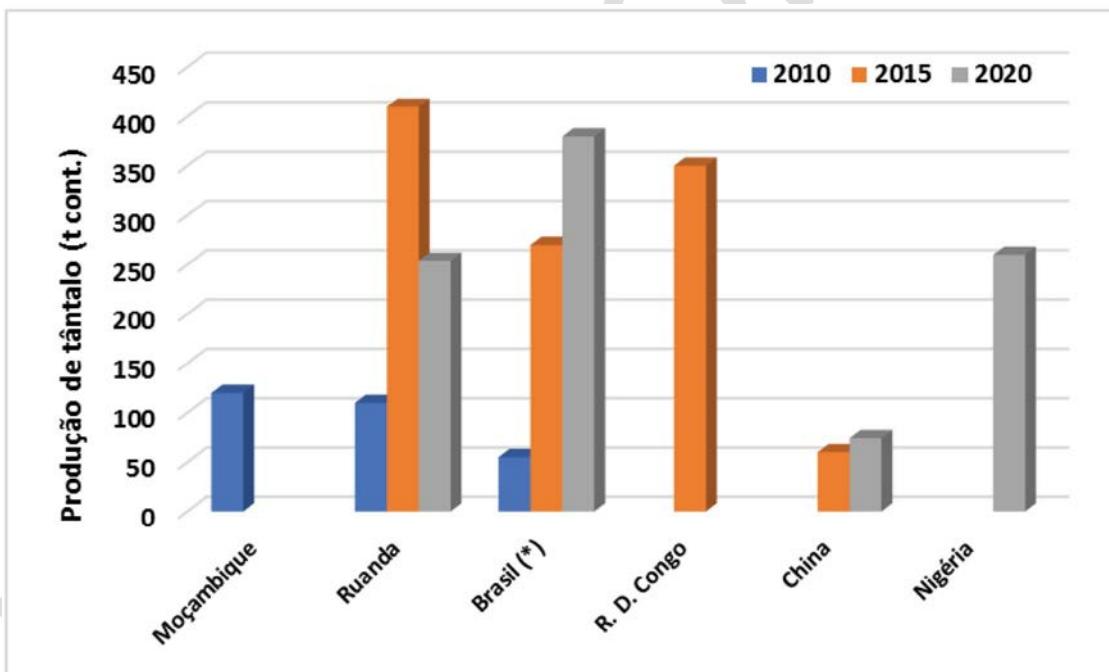
O Brasil no ano de 2020 ocupou a 2^a posição no ranking mundial de produtores de minério de tântalo. A Tabela 4 e a Figura 4 mostram a evolução do ranking mundial, juntamente com os principais produtores do mundo.

Tabela 4. Principais produtores de minério de tântalo em toneladas contidas em 2010, 2015 e 2020.

Colocação	2010		2015		2020	
	País	Produção (t. cont.)	País	Produção (t. cont.)	País	Produção (t. cont.)
1º	Moçambique	120	Ruanda	410	Brasil (*)	380
2º	Ruanda	110	R. D. Congo	350	Nigéria	260
3º	Brasil (*)	55	Brasil (*)	270	Ruanda	254
4º			China	60	China	74

Fontes: MCS (2022); MCS (2017); MCS (2012); AMB, (2018) e AMB (2022)(*).

Figura 4. Principais países produtores de minério de tântalo em toneladas contidas.



Fontes: MCS (2022); MCS (2017); MCS (2012); AMB, (2018) e AMB (2022)(*).

No cenário internacional, o Congo foi o maior produtor de minério de tântalo em 2020, sendo responsável por 39% da produção mundial, estimada em 2.000 toneladas. O Brasil (19%) e a Nigéria (13%) somam um terço da produção mundial. O continente africano é o maior produtor, com 72% do total mundial,

seguido pela América (20%) e o restante dos países somam 8% da participação mundial da produção deste bem mineral.

2.2.1.6.3. Consumo de minério de tântalo

O consumo no Brasil de minério de tântalo, de 2010 a 2020, é mostrado na Tabela 5 e na Figura 5, com os totais consolidados para o país. O cálculo de consumo não leva em consideração estoques e eventuais valores negativos foram arredondados para zero.

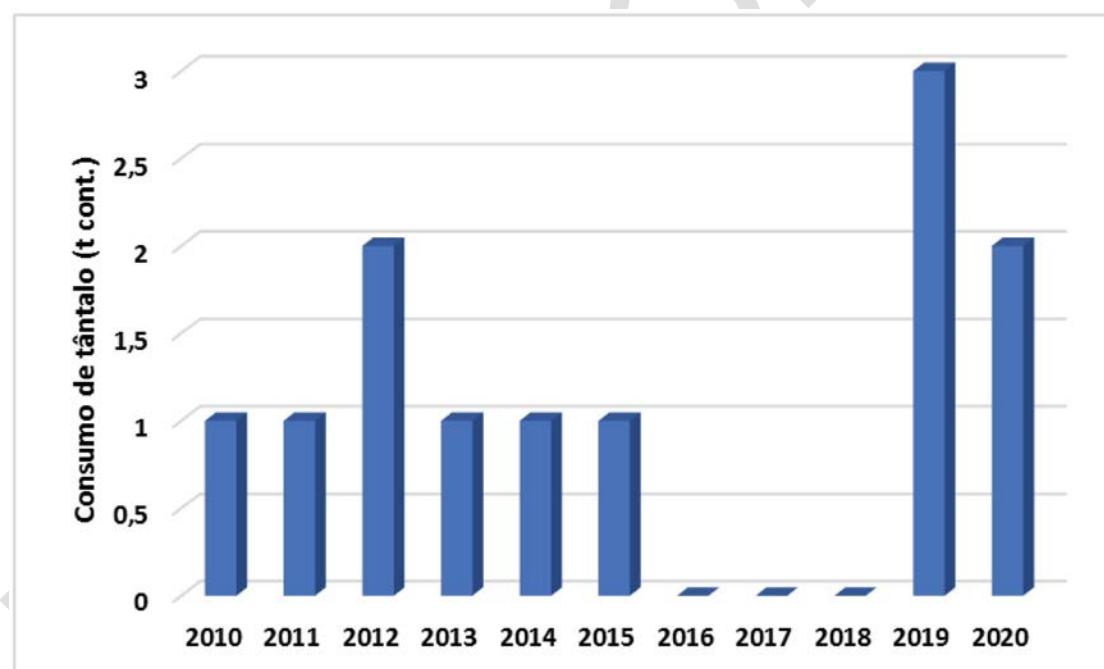
Tabela 5. Consumo aparente brasileiro, de minério de tântalo entre 2010 e 2020.*

Estado	Consumo (t contidas)										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
BRASIL	1,0	1,0	2,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	3,0	2,0

Fontes: COM (2022) e AMB (2022)

*Consumo Aparente = Produção + Importação - Exportação

Figura 5. Consumo anual brasileiro de minério de tântalo entre 2010 e 2020.



Fontes: COM (2022) e AMB (2022)

O tântalo é utilizado em países fornecedores de produtos de alta tecnologia, principalmente para fabricação de capacitores. Além do seu uso em telefones celulares, os capacitores em estado sólido também são utilizados em circuitos de computadores, vídeo, câmeras e ainda em eletrônica automotiva, militar e

equipamentos médicos. O Brasil utiliza o tântalo em ligas metálicas especiais, o que justifica o baixo consumo local de tântalo, sendo que as quantidades excedentes são exportadas.

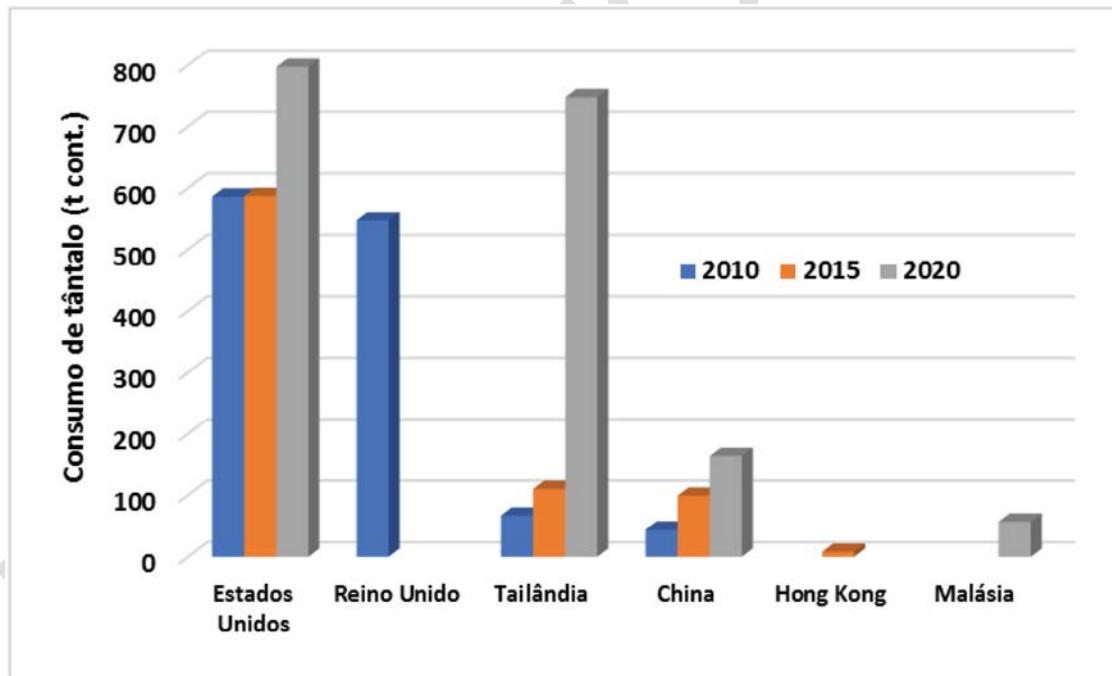
A Tabela 6 e a Figura 6 apresentam o ranking dos principais países consumidores de tântalo no mundo, sendo que o consumo mundial em 2020 foi estimado em 1.793 t (MCS 2022 e UO2 2022).

Tabela 6. Principais países consumidores de minério de tântalo em 2010, 2015 e 2020.

Colocação	2010		2015		2020	
	País	Consumo (t. cont.)	País	Consumo (t. cont.)	País	Consumo (t. cont.)
1º	EUA	586	EUA	587	EUA	797
2º	Reino Unido	547	Tailândia	110	Tailândia	748
3º	Tailândia	67	China	99	China	164
4º	China	44	Hong Kong	8	Malásia	57

Fontes: U01 (2022); U02 (2022); MCS (2022); MCS (2017) e MCS (2012).

Figura 6. Principais países consumidores de tântalo em 2010, 2015 e 2020.



Fontes: U01 (2022); U02 (2022); MCS (2022); MCS (2017) e MCS (2012).

2.2.1.6.4. Importações de tântalo

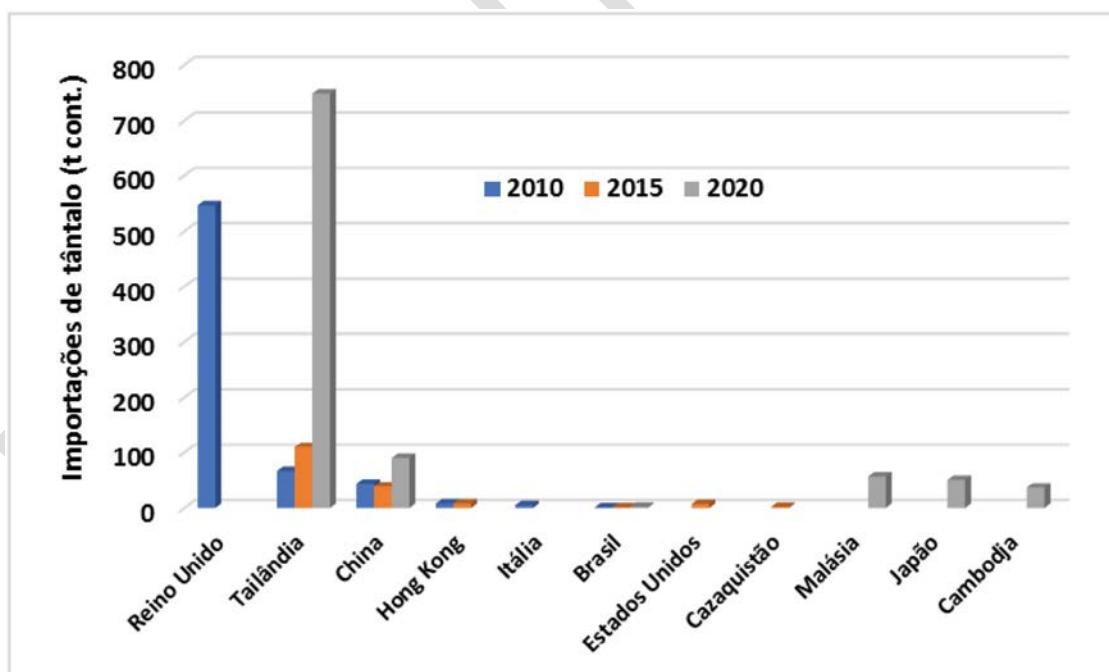
As importações no ano de 2020 colocaram o Brasil na 42^a posição no ranking mundial de importadores de tântalo. A Tabela 7 e as Figuras 7a e 7b mostram a evolução no ranking mundial, juntamente com os 5 países com as maiores importações.

Tabela 7. Principais países importadores mundiais de tântalo, em 2010, 2015 e 2020.

Colocação	2010		2015		2020	
	País	Importação (t. cont.)	País	Importação (t. cont.)	País	Importação (t. cont.)
1º	Reino Unido	547	Tailândia	110	Tailândia	748
2º	Tailândia	67	China	39	China	90
3º	China	44	Hong Kong	8	Malásia	57
4º	Hong Kong	8	EUA	7	Japão	51
5º	Itália	5	Cazaquistão	2	Camboja	37
	Brasil (12º)	1	Brasil (13º)	1	Brasil (17º)	2

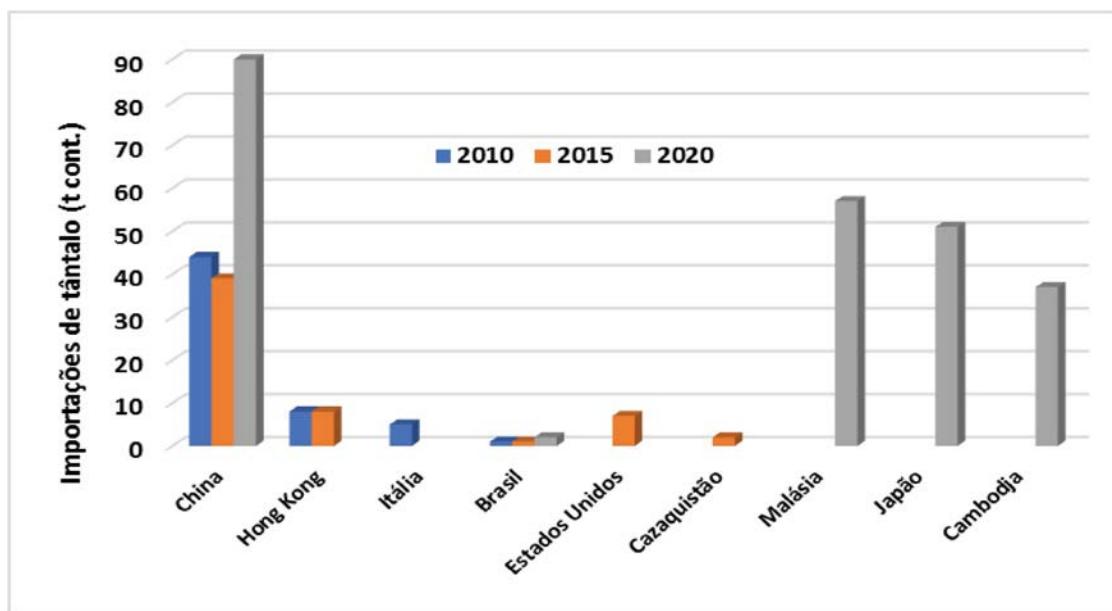
Fonte: U01 (2022).

Figura 7a. Principais países importadores de tântalo, em 2010, 2015 e 2020.



Fonte: U01 (2022).

Figura 7b. Principais países importadores de tântalo em 2010, 2015 e 2020, exceto Reino Unido e Tailândia.



Fonte: U01 (2022).

O comportamento da importação de tântalo é justificado pelos países consumidores de insumos para a produção de componentes eletrônicos, telecomunicações, indústria automotiva e equipamentos relacionados à área de saúde. Nesse sentido, a Tailândia ocupa uma posição de destaque, apresentando um volume de importação, em 2020, correspondente a 69% do total das transações internacionais. O total de importações no mundo foi estimado em 1084 toneladas e estão registradas de forma consolidada junto com de nióbio e vanádio (SH 2615). Dessa forma, a participação do tântalo nessas exportações foi estimada com base na fração de tântalo em relação a produção mundial, segundo os dados do MCS da USGS, dos três minerais contabilizados na SH 2615.

2.2.1.6.5. Exportações de tântalo

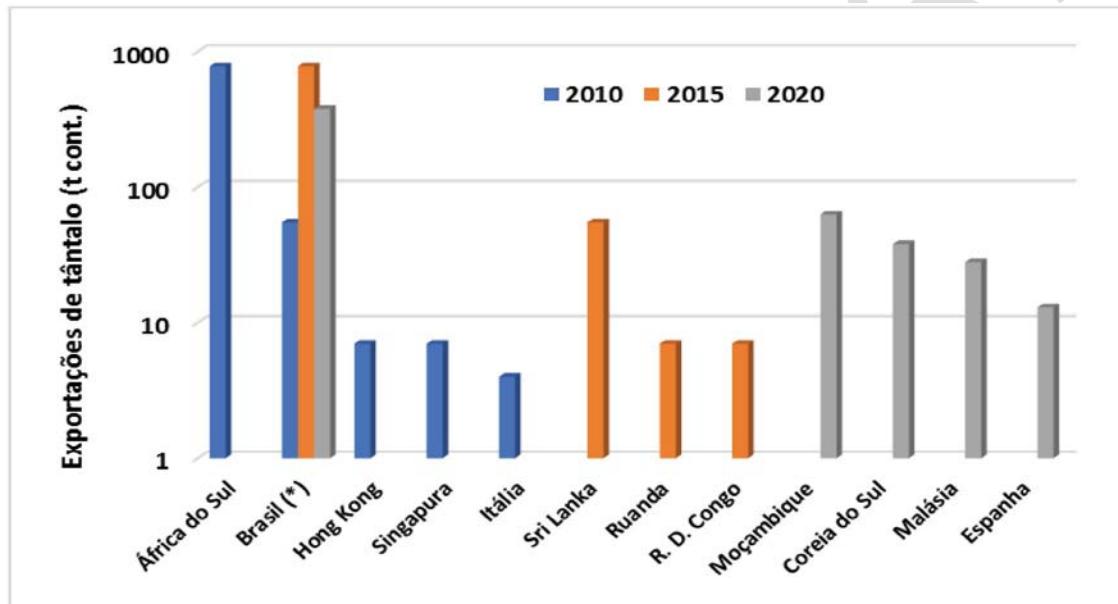
O volume de exportações coloca o Brasil, no ano de 2020, na 1ª posição no ranking mundial de exportadores de tântalo. A Tabela 8 e a Figura 8 mostram a evolução no ranking mundial, juntamente com os 5 países com maiores exportações no mundo.

Tabela 8. Principais países exportadores de tântalo em 2010, 2015 e 2020.

Colocação	2010		2015		2020	
	País	Expor- tação(t. cont.)	País	Expor- tação (t. cont.)	País	Expor- tação(t. cont.)
1º	África do Sul	780	Brasil (*)	780	Brasil (*)	380
2º	Brasil (*)	55	Sri Lanka	55	Moçambique	63
3º	Hong Kong	7	Ruanda	7	Coreia Do Sul	38
4º	Singapura	7	R. D. Congo	7	Malásia	28
5º	Itália	4			Espanha	13

Fontes: U02 (2022) e AMB (2022)(*).

Figura 8. Principais exportadores mundiais de tântalo.



Fontes: U02, (2022) e AMB, (2022)(*).

O Brasil ocupou a liderança das exportações de tântalo no mundo nos anos de 2015 e 2020.

2.2.1.6.6. Porte das empresas e geração de empregos

A Tabela 9, abaixo, mostra um panorama das empresas produtoras de minério de tântalo no Brasil no ano de 2020, conforme seu porte, em termos de produção

de ROM (minério bruto), e listando ainda os estados da federação onde estão instalados suas operações e os números de empregos diretos e indiretos gerados.

Tabela 9. Panorama das empresas produtoras de minério de tântalo no Brasil, por porte de produção de ROM, no ano de 2020.

Empresas de Grande Porte de Produção (> 1 Mta)						
	Empresa	Produção (t ROM)*	Estado	Empregos diretos**	Empregos indiretos***	Ref.
	Mineração Taboca S.A	5.250.000	AM	1.500	2.250	ANM 2022
	AMG Brasil S.A	2.013.000	MG	100	150	ANM 2022
	Total	7.263.000		1.600	2.400	
Empresas de Pequeno Porte de Produção (< 100 kta > 10 kta)						
	Empresa	Produção (t ROM)	Estado	Empregos diretos	Empregos indiretos	Ref.
	LSM Brasil S.A****	43.750	MG	200	300	ANM 2022
	Total	43.750		200	300	
Total das Empresas por Porte de Produção (<100kta e > 10kta)						
	Porte	Produção (t ROM)		Empregos diretos	Empregos indiretos	Ref.
	Grande	7.263.000		1.600	2400	ANM 2022
	Pequeno	43.750		200	300	ANM 2022
	Total	7.306.750		1.800	2700	

Notas: (*) Estimados a partir da arrecadação do CFEM e teor de tântalo no ROM, conforme ANM (2022).

(**) Considerando toda a linha de produção, desde a mina, até a produção das ligas.

(***) Considerando a geração de empregos indiretos 50% superior à de diretos.

(****) LSM unificada com AMG em 2021.

2.2.1.6.7. Porte dos projetos em andamento e/ou previstos e geração de empregos de minério de tântalo

Segundo a base de dados ANM, há 27 requerimentos de lavra para tântalo, indicando possíveis projetos no futuro, listados na Tabela 10.

Tabela 10. Requerimentos de Lavra de Tântalo

Quantidade de projetos	Empresa	Local
5	Metacom Mineração	Cerro Corá/RN e São Tomé/RN
3	Vale Metais Básicos	Marabá/PA e São Félix do Xingu/PA
3	Minegran	Juazeirinho/PB e Tenório/PB
2	Mineração Florentino	Pedra Lavrada/PB
1	Mineração Paraíba	Equador/RN
1	Sucuri Granitos	Banabuiú/CE
1	NE Mineração	Parelhas/RN
1	Vulcano Mineração	Lajes/RN
1	GR Areia	Planaltina/GO
1	Minerais do Vale	Bom Sucesso/MG
1	AMG Brasil	Conceição da Barra de Minas/MG
1	ACF Mineração	Caiçara do Rio do Vento/RN
1	AWA Minerações	Santa Cruz/PB
1	Mineração Aricanga	São José da Safira/MG
1	Estrela Company	Mazagão/AP
1	Caulim Caiçara	Equador/RN

Fonte: ANM (2022)

2.2.1.6.8. Projeções para o Brasil até 2050 de minério de tântalo

Os dados de estimativas das projeções para o Brasil, até 2050 são apresentados na Tabela 11 e nas Figuras 9a, 9b e 9c.

Tabela 11. Projeções de minério de tântalo no Brasil, até 2050, em 10³ t contidas.

	2022	2026	2030	2034	2038	2042	2046	2050
Reservas Medidas (kt contidas) (1)	39.805	38.204	36.372	34.276	31.878	29.135	25.998	22.408
Produção (kt) (2) (3)	380,4	435,2	497,8	569,5	651,5	745,3	852,6	975,4
Consumo (kt) (3) (4)	2,0	2,2	2,5	2,9	3,3	3,8	4,3	5,0
Importações (kt) (3)	2,0	2,3	2,6	3,0	3,4	3,9	4,5	5,1
Exportações (kt) (3)	380,4	435,2	497,8	569,5	651,5	745,3	852,6	975,4
Empregos diretos (3) (4)	1.800	2.224	2.545	2.911	3.330	3.810	4.358	4.986
Empregos indiretos (3) (4)	2.700	3.299	3.773	4.317	4.938	5.649	6.463	7.393

- (1) Considerando as reservas medidas publicadas pela ANM, com depleção da produção anual. As reservas medidas atuais são suficientes para acomodar o crescimento previsto da produção nacional.
- (2) Considerando as produções das empresas já em operação e novos projetos voltados ao

crescimento da produção, incluindo os dados calculados de produção no Amazonas, em 2020, conforme contribuição da CFEM.

- (3) Considerando a projeção de crescimento médio do consumo de tântalo na taxa de 3,42% ao ano (AGR, 2021 e MWA, 2022).
- (4) Considerando as projeções de crescimento da produção para atender a demanda.

Figura 9a. projeções das reservas medidas para o Brasil, até 2050, em kt contidas.

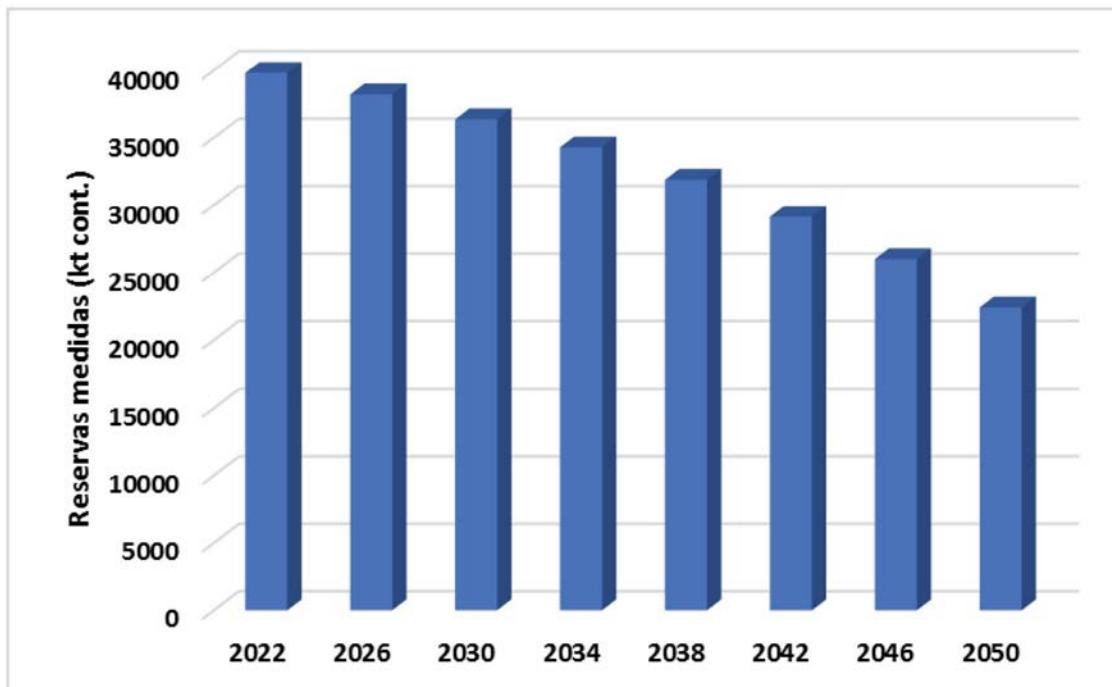


Figura 9b. projeções da produção, do consumo, das importações e das exportações para o Brasil, até 2050, em kt contidas.

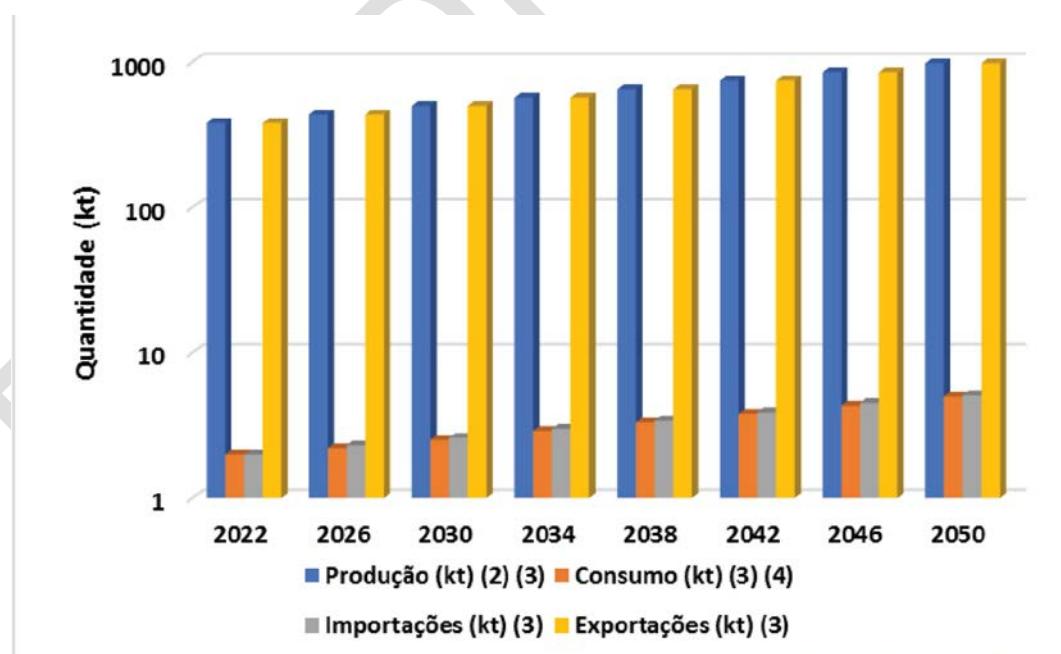
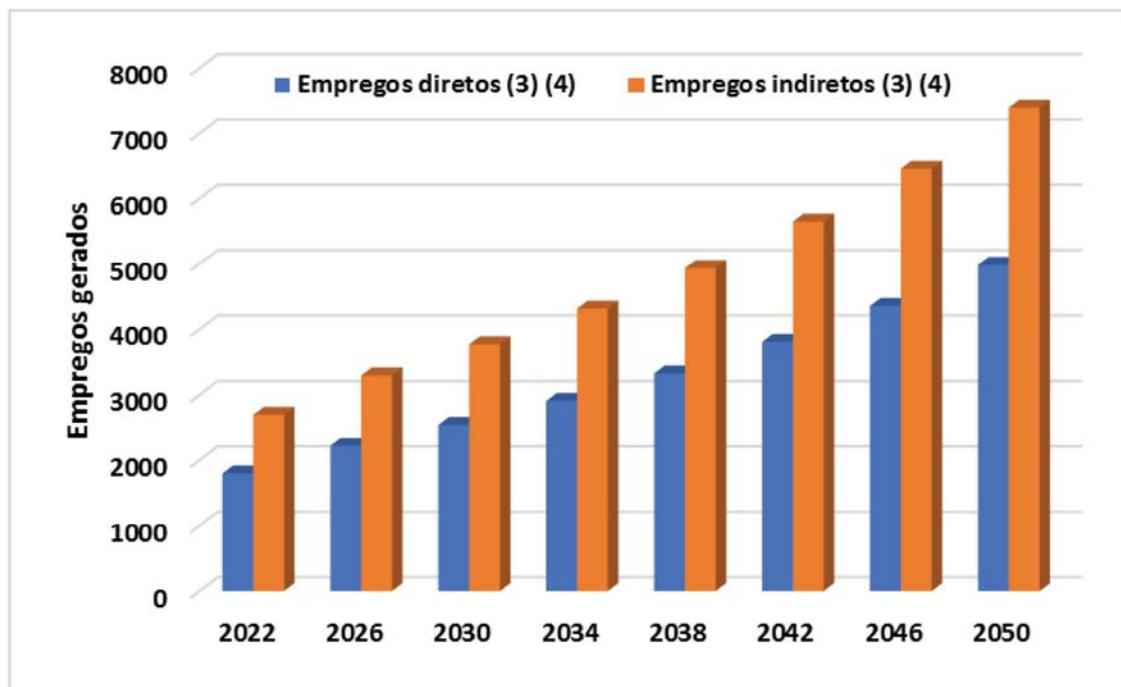


Figura 9c. projeções da geração de empregos diretos e indiretos para o Brasil, até 2050.



2.2.1.6.9. Projeções para o mundo até 2050 de minério de tântalo

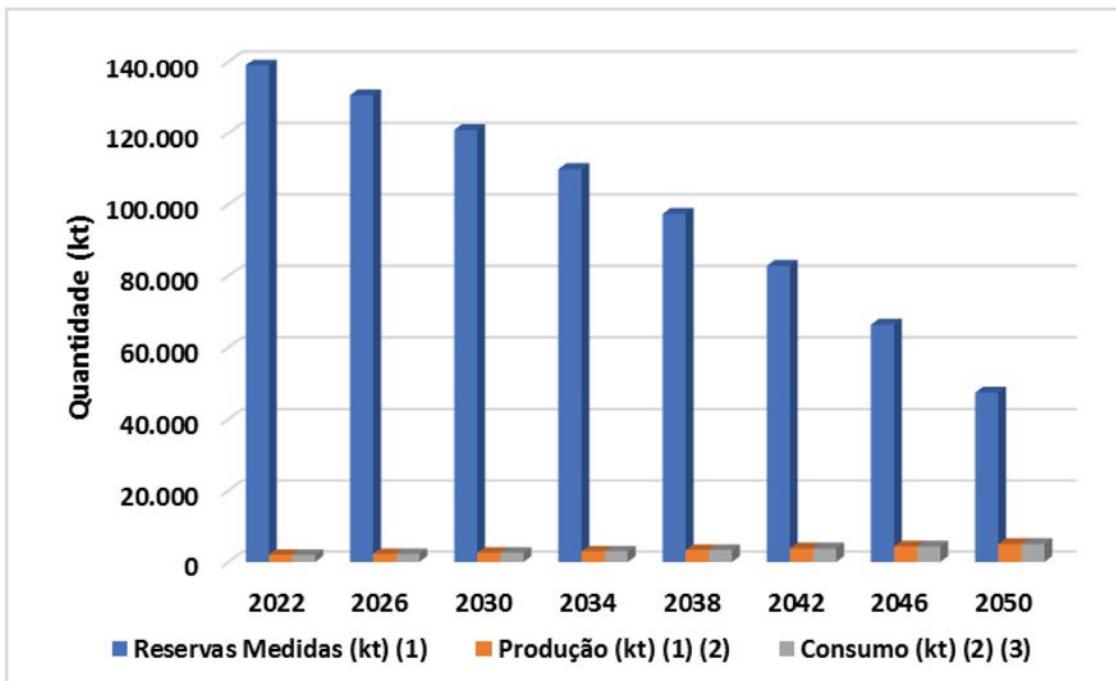
Os dados de estimativas das projeções para o mundo, até 2050, são apresentados na Tabela 12 e na Figura 10.

Tabela 12. Estimativas das projeções para o mundo, até 2050.

	2022	2026	2030	2034	2038	2042	2046	2050
Reservas Medidas (kt) (1)	139000	130580	120948	109929	97324	82903	66407	47535
Produção (kt) (1) (2)	2000	2288	2617	2994	3425	3919	4483	5128
Consumo (kt) (2) (3)	2000	2288	2617	2994	3425	3919	4483	5128

- (1) Considerando as reservas mundiais da USGS 2022, com depleção anual conforme a projeção da produção mundial.
- (2) Considerando a projeção de crescimento médio do consumo de tântalo na taxa de 3.42% ao ano (AGR, 2021 e MWA, 2022).
- (3) Considerando que a produção acompanhará o consumo

Figura 10. Estimativas das projeções para o mundo até 2050.



Lista de referências:

- ANM 2020: Dados internos ANM.
- AGR 2021: Agrawal, M. et al. (2021). Global market trends of tantalum and recycling methods from Waste Tantalum Capacitors: A review. Sustainable Materials and Technologies, 29, e00323; em: <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2021.e00323>
- AMB 2022: Anuário Mineral Brasileiro; em: https://app.anm.gov.br/DadosAbertos/AMB/Producao_Bruta.csv
- ANM 2022: Dados Abertos Arrecadação CFEM; em: <https://app.anm.gov.br/DadosAbertos/ARRECADACAO/>
- COM 2022: Exportação e Importação Geral, COMEXSTAT MDIC. SH(4): 2615; em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>
- MCS 2012: MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2012, USGS; em: <https://s3-us-west-2.amazonaws.com/prd-wret/assets/palladium/production/mineral-pubs/mcs/mcs2012.pdf>
- MCS 2017: MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2017, USGS; em: <https://s3-us-west-2.amazonaws.com/prd-wret/assets/palladium/production/mineral-pubs/mcs/mcsapp2017.pdf>



MCS 2021: MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2021, USGS; em: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2021/mcs2021.pdf>

MCS 2022: MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2022, USGS; em: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022.pdf>

MWA 2022: Market Watch: Tantalum Peroxide Market; em: <https://www.marketwatch.com/press-release/tantalum-pentoxide-market-size-sales-cagr-and-competition-data-from-2022-to-2028-2022-06-07>

PwC 2017: The World in 2050. The long view; em: <https://www.pwc.com/gx/en/research-insights/economy/the-world-in-2050.html>

U01 2022: United Nations Department of Economic and Social Affairs | Comtrade Database. SH(4): 2615.

U02 2022: United Nations Department of Economic and Social Affairs | Comtrade Database. SH(4): 2615.

PLANO NACIONAL DE MINERAÇÃO 2050

PNM 2050

SINOPSE 7. Minério de Tungstênio**CADERNO 2: Pesquisa e Produção Mineral**

SINOPSE 7. Minério de Tungstênio	146
2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira	147
2.2.1. Tipo Mineral	147
2.2.1.1. Minério de tungstênio	147
2.2.1.1.1. Reservas de tungstênio	147
2.2.1.1.2. Produção de tungstênio	149
2.2.1.1.3. Consumo de tungstênio	152
2.2.1.1.4. Importações do tungstênio	155
2.2.1.1.5. Exportações do tungstênio	156
2.2.1.1.6. Porte das Empresas e Geração de Empregos	157
2.2.1.1.7. Porte dos Projetos em Andamento e/ou Previstos	158
2.2.1.1.8. Projeção para o tungstênio no Brasil até 2050	159
2.2.1.1.9. Projeções para o tungstênio no mundo até 2050	161

2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira

2.2.1. Tipo Mineral

Metálicos Ferrosos

2.2.1.1. Minério de tungstênio

O tungstênio é um metal que possui características singulares, como elevada dureza, densidade e ponto de fusão, que são indispensáveis na composição de certas ligas de aços especiais. Em comparação aos outros metais, o alto ponto de fusão, a dureza, a resistência à tração, a densidade elevada, a resistência ao ataque de ácidos, bases e oxigênio, assim como baixa volatilidade, são características que fazem do tungstênio insumo fundamental para a produção de lubrificantes, catalisadores, eletrodos (velas de ignição), filamentos para lâmpadas, ligas metálicas de joias, tubos de raios-X, brocas, serras de metais, armamento (mísseis principalmente), componentes aeroespaciais e ligas metálicas resistentes a temperaturas extremas e corrosão.

2.2.1.1.1. Reservas de tungstênio

As reservas medidas em metal contido de tungstênio no Brasil, em 2020 (AMB 2022) eram de 26.818 toneladas, como mostrado na Tabela 1 e na Figura 1.

Tabela 1. Reservas brasileiras de tungstênio, em metal contido, de 2010 a 2020.

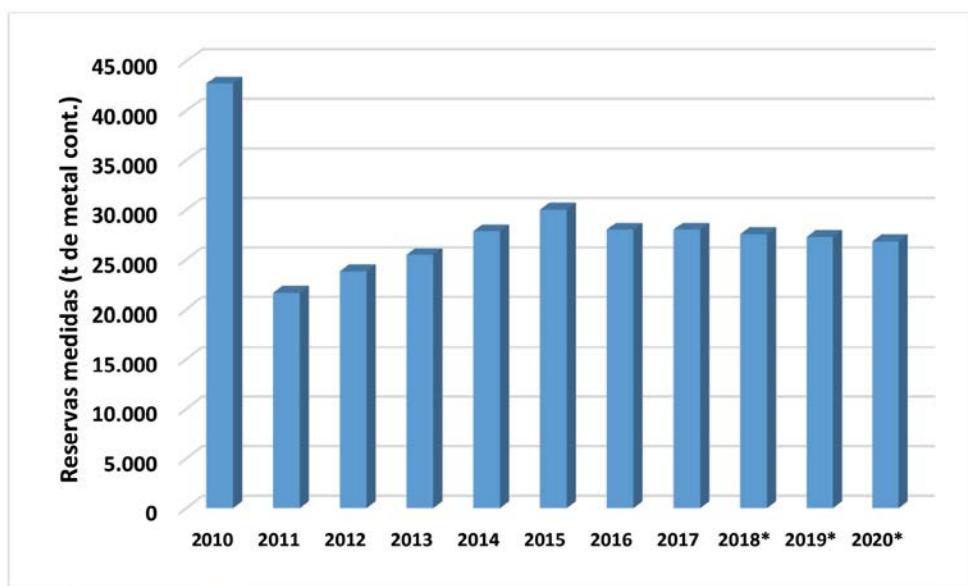
Brasil	Reservas Medidas (t de metal contido)										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018*	2019*	2020*
TOTAL	42.741	21.629	23.804	25.439	27.825	30.000	28.000	28.000	27.518	27.248	26.818

Fonte: SMI (2018) e AMB (2022).

*Reservas estimadas a partir do AMB (2022)

**Embora os dados relativos a reservas as considerem como medidas, indicadas e inferidas, é importante ressaltar que, a partir de 2022, as classificações obedecerão ao estabelecido pela “Resolução nº 94, de 7 de fevereiro de 2022, do Ministério de Minas e Energia, Agência Nacional de Mineração”.*

Figura 1. Reservas brasileiras de tungstênio de 2010 a 2020.



Fonte: SMI (2018) e AMB (2022).

No Brasil, os recursos e reservas de tungstênio estão associados a depósitos situados nas regiões Nordeste, Sul e Norte do país, principalmente em depósitos de veios de quartzo e em depósitos secundários, normalmente associados à ocorrências de cassiterita. Estas reservas colocaram o Brasil na 6^a posição do ranking mundial de reservas medidas de tungstênio contido em 2020, conforme mostrado na Tabela 2 e na Figura 2.

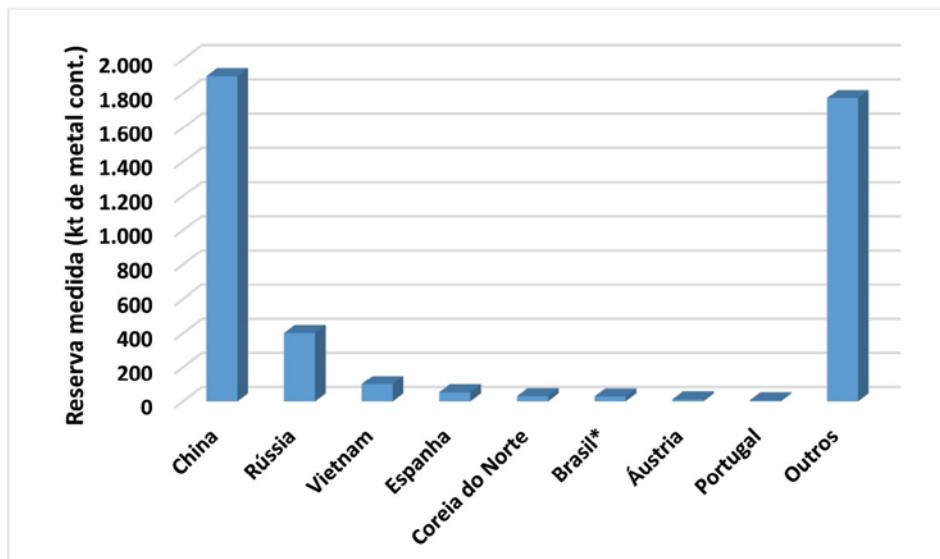
Tabela 2. Ranking dos principais detentores mundiais das reservas de tungstênio, no ano de 2020, em mil toneladas de tungstênio contido.

Colocação	País	Reserva Medida (mil t de tungstênio contido no minério)
1º	CHINA	1.900
2º	RÚSSIA	400
3º	VIETNAM	100
4º	ESPAÑHA	52
5º	COREIA DO NORTE	29
6º	BRASIL*	27
7º	ÁUSTRIA	10
8º	PORTUGAL	5,1
	Outros	1.773
	Total	3.700

Fonte: MCS (2022).

*Dados estimados, baseados no AMB (2022).

Figura 2. Ranking dos principais detentores mundiais das reservas de tungstênio, no ano de 2020.



Fonte: MCS (2022).

A China ocupa o primeiro lugar no mundo e possui alguns dos maiores depósitos. Rússia e Vietnam também possuem recursos significativos de tungstênio (STA 2022 e MCS 2020).

2.2.1.1.2. Produção de tungstênio

A produção de metal contido em concentrados no Brasil, de 2010 a 2020, é mostrada na Tabela 3 e na Figura 3.

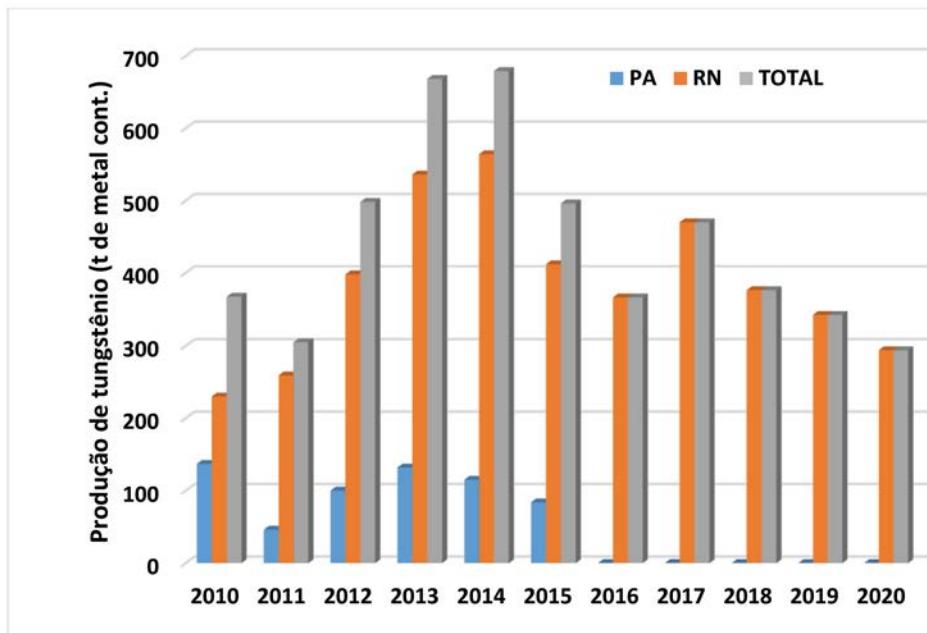
Tabela 3. Produção brasileira de tungstênio, de 2010 a 2020.

Estado	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PA	137	46	100	132	115	84	0	0	0	0	0
RN	230	259	398	536	564	412	366	470	376	342	294
TOTAL	367	305	498	668	679	496	366	470	376	342	294

Fonte: AMB (2022).

Nota: O fator de conversão considerado é de 79,3 % de W contido em WO_3 .

Figura 3. Produção brasileira de tungstênio, de 2010 a 2020.



Fonte: AMB (2022).

Nota: O fator de conversão considerado é de 79,3 % de W contido em WO_3 .

Os minérios que contém tungstênio que ocorrem no Brasil são a wolframita, $FeWO_4$ e $MnWO_4$, e a scheelita, $CaWO_4$. Os depósitos de wolframita estão situados no Pará, Rio Grande do Sul, Rondônia, Santa Catarina, São Paulo, Amazonas, Goiás e Mato Grosso. Já os principais depósitos de scheelita estão localizados no Rio Grande do Norte e na Paraíba, contudo, também há depósitos de menor importância no Ceará, Pernambuco, Alagoas, Minas Gerais e São Paulo.

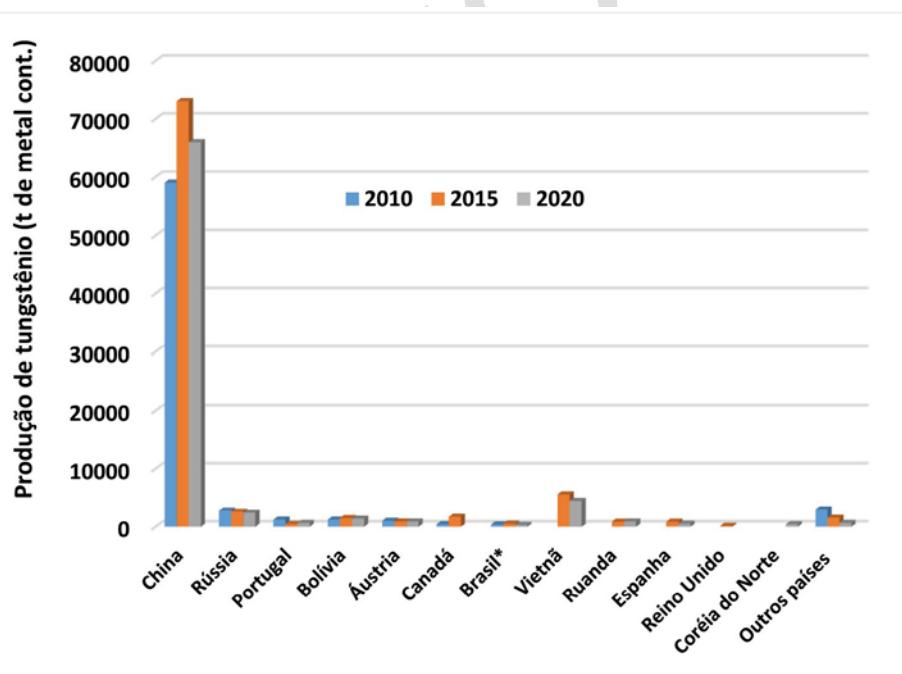
Em termos globais, o fornecimento mundial de tungstênio em sido dominado pela produção e pelas exportações da China, conforme apresentado na Tabela 4 e nas Figuras 4a e 4b. O Brasil ocupou a 10^a posição entre os produtores no mundo, em 2020, tendo ocupado a 6^a posição em 2010 e a 11^a posição em 2015.

Tabela 4. Ranking dos principais produtores mundiais de tungstênio em metal contido.

Colocação	País 2010	Produção (t de W)	País 2015	Produção (t de W)	País 2020	Produção (t de W)
1	CHINA	59000	CHINA	73.000	CHINA	66.000
2	RÚSSIA	2800	VIETNÃ	5600	VIETNÃ	4500
3	PORTUGAL	1200	RÚSSIA	2600	RÚSSIA	2400
4	BOLÍVIA	1200	CANADÁ	1680	BOLÍVIA	1350
5	ÁUSTRIA	1000	BOLÍVIA	1460	ÁUSTRIA	890
6	CANADÁ	420	ÁUSTRIA	861	RUANDA	860
7	BRASIL*	367	RUANDA	850	PORTUGAL	620
8			ESPAÑHA	835	ESPAÑHA	500
9			BRASIL*	496	COREIA DO NORTE	410
10			PORTUGAL	474	BRASIL*	294
11			REINO UNIDO	150		
	OUTROS	3.014	OUTROS	1.534	OUTROS	619
	TOTAL	68.800	TOTAL	89.400	TOTAL	78.400

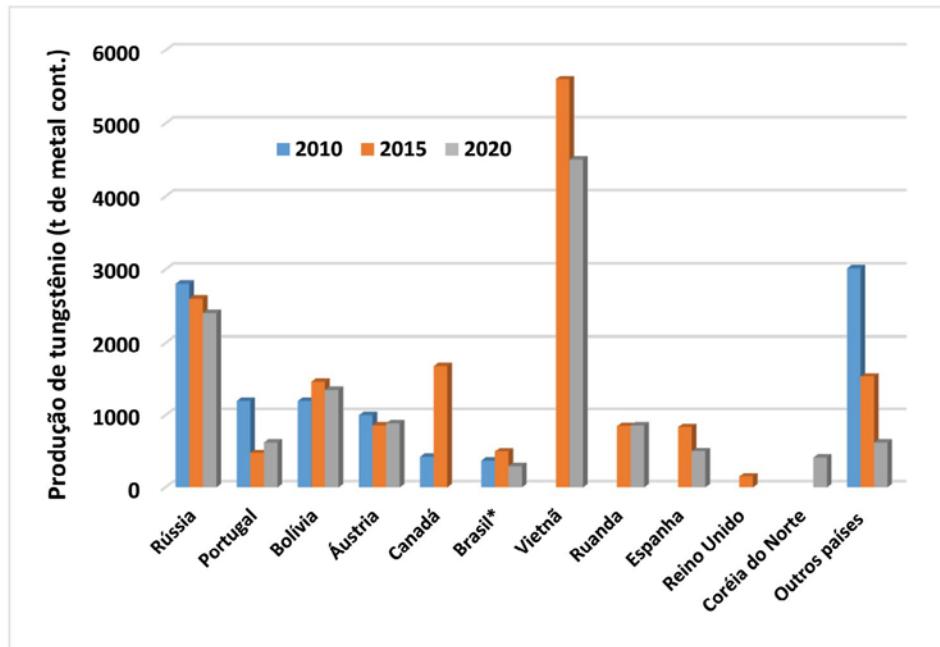
Fontes: MCS (2022); AMB (2022)(*)

Figura 4a. Principais produtores mundiais de tungstênio, em t de tungstênio contido.



Fontes: MCS (2022); AMB (2022)(*)

Figura 4b. Principais produtores mundiais de tungstênio, em t de tungstênio contido, exceto a China.



Fontes: MCS (2022); AMB (2022)(*)

2.2.1.1.3. Consumo de tungstênio

O consumo aparente de concentrado de tungstênio (produção + importação – exportação) no Brasil, a cada ano, desde 2010 até 2020, é mostrado na Tabela 5 e na Figura 5, com os totais consolidados para o país.

Tabela 5. Consumo aparente brasileiro de tungstênio, de 2010 a 2020, em t de metal contido.

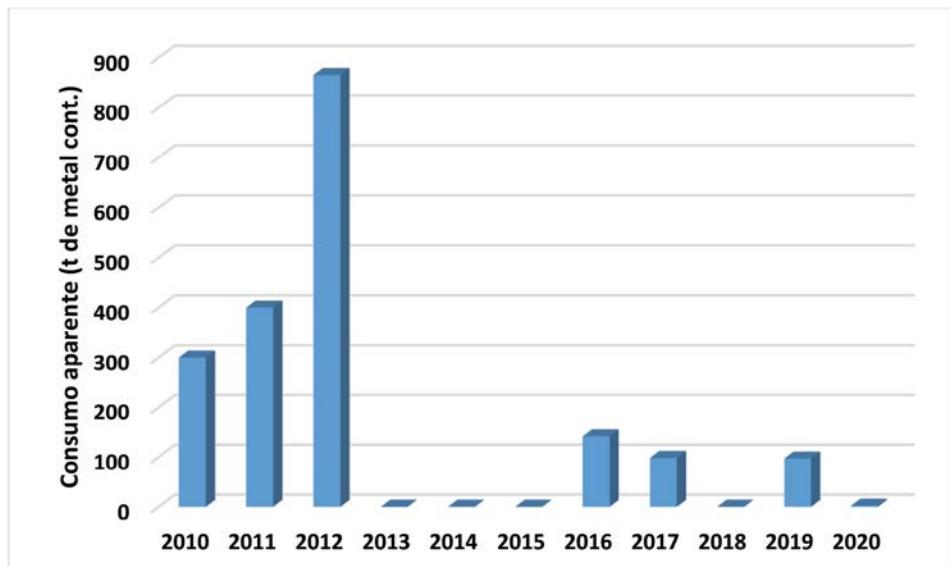
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Brasil	300	400	865	0	0	0	141	98	0	97	2

Fonte: ANM (2022b); COM (2022).

Notas:

- O fator de conversão considerado é de 79,3 % de W contido em WO_3
- Consumo Aparente = Produção + Importação - Exportação

Figura 5. Consumo brasileiro de concentrado de tungstênio, de 2010 a 2017, em t de metal contido.



Fontes: AMB (2022); COM (2022).

O consumo resultante teve uma média anual na década de 195 t. O cálculo do consumo aparente não leva em consideração estoques nacionais.

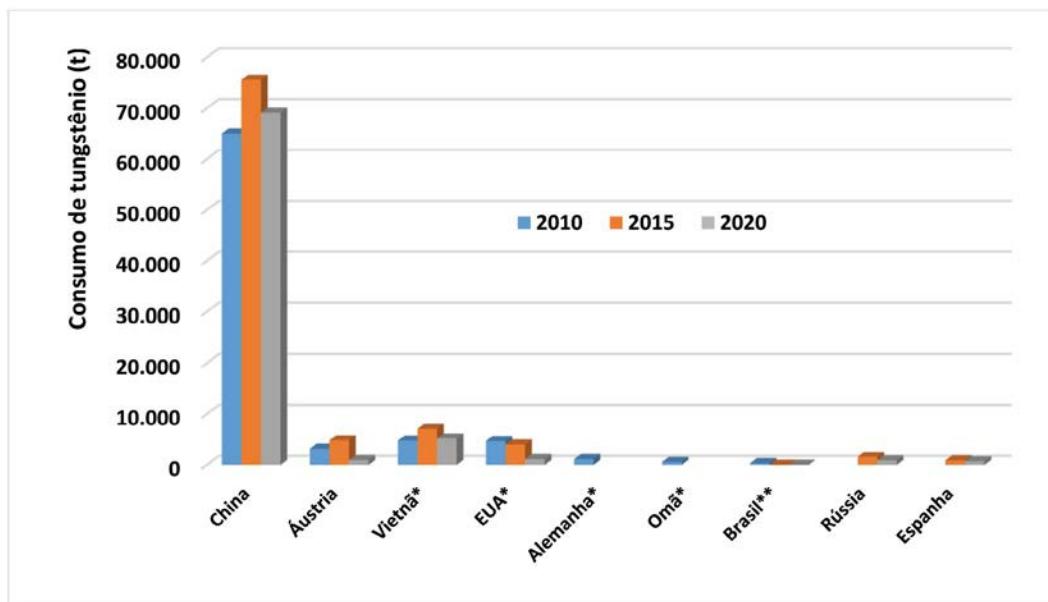
Este consumo não coloca o Brasil entre os maiores consumidores de concentrado de tungstênio. A Tabela 6 e nas Figuras 6a e 6b mostram a evolução no ranking mundial dos 6 maiores consumidores de concentrado de tungstênio.

Tabela 6. Ranking dos principais consumidores mundiais de minérios e concentrados de tungstênio.

Colocação	País 2010	Consumo (t)	País 2015	Consumo (t)	País 2020	Consumo (t)
1	CHINA	64.985	CHINA	75.526	CHINA	69.024
2	ÁUSTRIA	3.130	VIETNÃ	7.026	VIETNÃ	5.124
3	VIETNÃ	4.715	ÁUSTRIA	4.774	EUA	1.089
4	EUA	4.654	EUA	3.967	ÁUSTRIA	900
5	ALEMANHA	1.068	RÚSSIA	1.535	RÚSSIA	847
6	OMÃ	542	ESPAÑA	859	ESPAÑA	663
	>10 BRASIL*	300	>10 BRASIL*	0	>10 BRASIL*	2

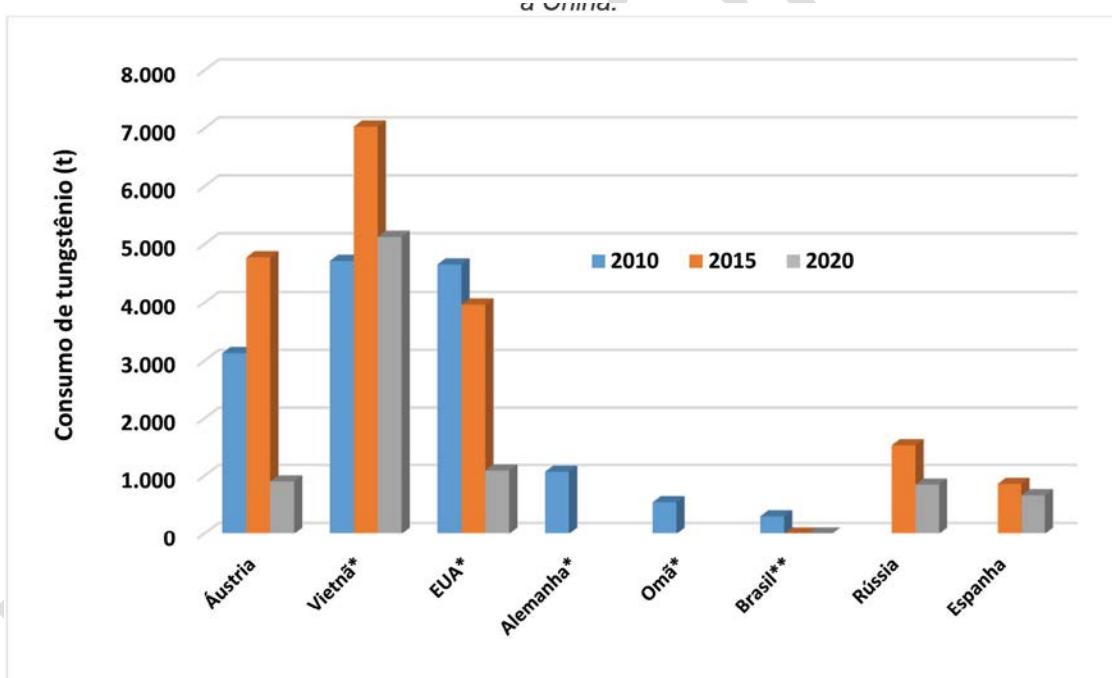
Fontes: MCS (2022); U01 (2022); AMB (2022)(*)

Figura 6a. Principais consumidores mundiais de minérios e concentrados de tungstênio.



Fontes: MCS (2022); U01 (2022); AMB (2022)(*)

Figura 6b. Principais consumidores mundiais de minérios e concentrados de tungstênio, exceto a China.



Fontes: MCS (2022); U01 (2022); AMB (2022)(*)

A China é a maior consumidora de tungstênio no mundo, com 64.985 t, de um total de 78.400 t de tungstênio consumidas em 2020, significativamente superiores aos demais países do ranking de consumo.

2.2.1.1.4. Importações do tungstênio

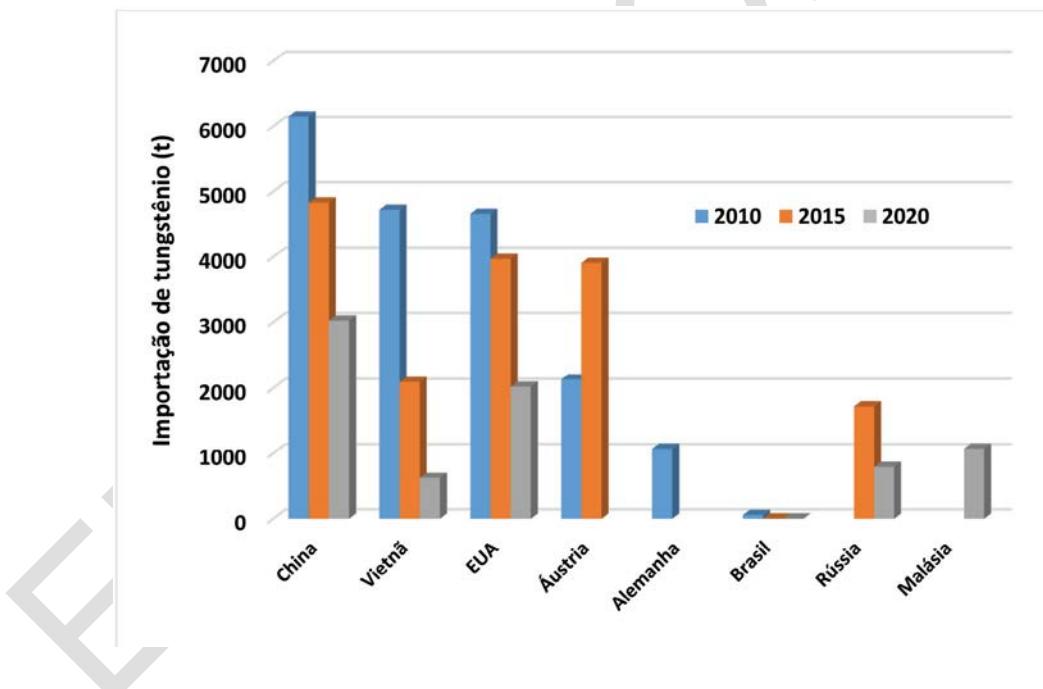
Os volumes de importações brasileiras de tungstênio são pouco relevantes. A Tabela 7 e a Figura 7 mostram a evolução do ranking mundial dos países com maiores importações no mundo.

Tabela 7. Ranking dos principais importadores de minérios e concentrados de tungstênio, de 2010 a 2020.

Colocação	País 2010	Importação (t)	País 2015	Importação (t)	País 2020	Importação (t)
1	CHINA	6145	CHINA	4.832	CHINA	3.024
2	VIETNÃ	4715	EUA	3967	EUA	2020
3	EUA	4654	ÁUSTRIA	3904	MALASIA	1070
4	ÁUSTRIA	2130	VIETNÃ	2091	RUSSIA	795
5	ALEMANHA	1068	RÚSSIA	1713	VIETNÃ	624
	11º BRASIL	55	>32º BRASIL	0	>38º BRASIL	0

Fonte: U01 (2022).

Figura 7. Principais importadores de minérios e concentrados de tungstênio, de 2010 a 2020.



Fonte: U01 (2022).

A China se mantém em primeiro lugar como a maior importadora de tungstênio, seguida por EUA, Vietnã, Malásia e Rússia.

2.2.1.1.5. Exportações do tungstênio

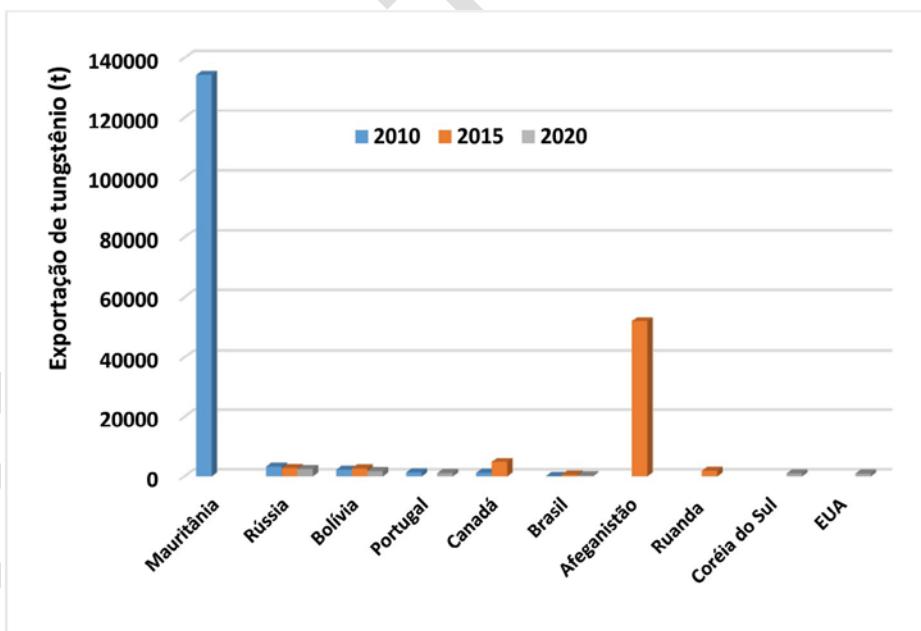
Brasil tem sido pouco relevante em volume de exportações de tungstênio, com 292 t em 2020. A Tabela 8 e as Figuras 8a e 8b mostram a evolução do ranking dos principais países exportadores.

Tabela 8. Ranking dos principais exportadores de minérios e concentrados de tungstênio, de 2010 a 2020.

Colocação	País 2010	Exportação (t)	País 2015	Exportação (t)	País 2020	Exportação (t)
1	MAURITÂ-NIA*	134.332	AFEGANIS-TÃO*	51.880	RÚSSIA	2.348
2	RÚSSIA	3159	CANADÁ	4806	BOLÍVIA	1699
3	BOLÍVIA	2126	RÚSSIA	2678	PORTUGAL	1089
4	PORTUGAL	1289	BOLÍVIA	2567	COREIA DO SUL	989
5	CANADÁ	1151	RUANDA	1807	EUA	931
	17º BRASIL	122	11º BRASIL	534	8º BRASIL	292

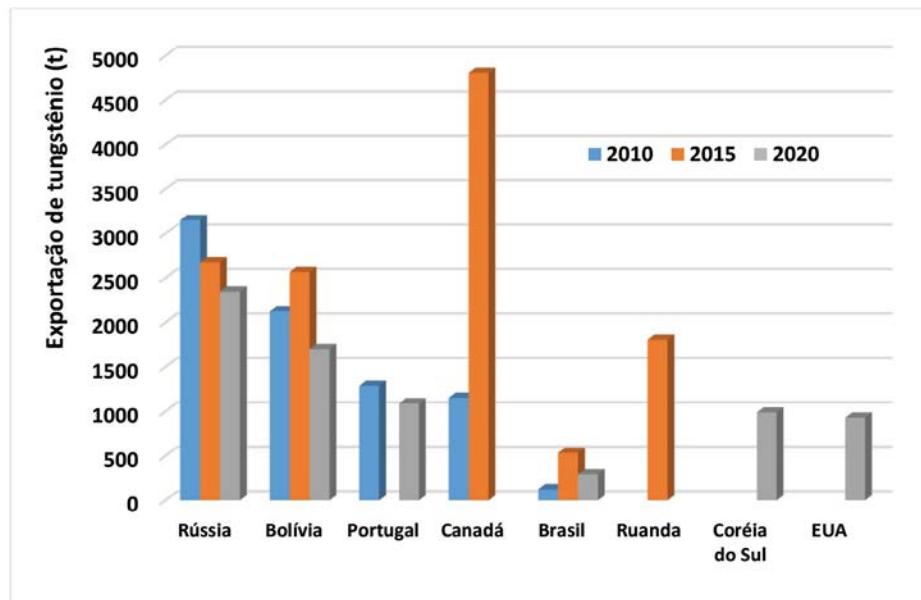
*Fontes U01 (2022) . *Em função dos volumes e valores envolvidos, os produtos exportados por Mauritânia e Afeganistão referem-se a minérios não concentrados, exportados para China e Paquistão, respectivamente. No entanto, estes não acusam importações equivalentes nos respectivos anos.*

Figura 8a. Principais exportadores mundiais de minérios e concentrados de tungstênio, de 2010 a 2020.



Fonte: U01 (2022) .

Figura 8b. Principais exportadores mundiais de minérios e concentrados de tungstênio, exceto Mauritânia e Afeganistão, de 2010 a 2020.



Fonte: U01 (2022).

Houve uma expressiva queda na exportação mundial de tungstênio em 2020 em função da pandemia do COVID19. Espera-se uma recuperação das exportações mundiais nos próximos anos (INN, 2022).

2.2.1.1.6. Porte das Empresas e Geração de Empregos

A Tabela 9 mostra um panorama das empresas produtoras de tungstênio no Brasil em 2020, conforme seu porte, em termos de produção (Médio Porte $<1\text{Mta} > 100\text{kta}$; Pequeno Porte $<100\text{kta} & > 10\text{kta}$; e Microporte $< 10\text{kta}$) (ANM, 2022a), e os respectivos estados da federação onde estão suas operações e os números de empregos diretos e indiretos gerados. As estimativas de produção e empregos foram geradas a partir das informações da base da arrecadação do CFEM (ANM, 2022b).

Tabela 9. Panorama das principais empresas produtoras de tungstênio no Brasil, por porte de produção, no ano de 2020 (ANM, 2022b).

Empresas de Pequeno Porte de Produção				
Empresa	Produção (t ROM)	Estado	Empregos diretos	Empregos indiretos
Mineração Tomaz Salustino	30.307	RN	156	469
Acauan - Mineração	29.074	RN	150	450
Total	59.381	Brasil	306	919

Empresas de Microporte de Produção				
Empresa	Produção (t ROM)	Estado	Empregos diretos	Empregos indiretos
Metalmig Mineração	5.516	RO	28	85
Total	5.516	Brasil	28	85

Total das Empresas por Porte de Produção				
Porte	Produção (t ROM)	Brasil	Empregos diretos	Empregos indiretos
Pequeno	59.381		306	919
Microporte	5.516		28	85
Total	64.897	Brasil	335	1004

2.2.1.1.7. Porte dos Projetos em Andamento e/ou Previstos

Segundo a base de dados ANM (2022a), há 14 requerimentos ativos de lavra para tungstênio, indicando possíveis s no futuro: 4 requerimentos da Mineração Tomaz Salustino S.A. em Currais Novos/RN; 1 requerimento em Picuí/PB; 1 requerimento da Mineradora Nossa Senhor do Bonfim em Lajes/RN; 1 requerimento em São Tomé/RN; 1 requerimento da Emprogeo em Carnaúba dos Dantas/RN, 1 requerimento da P J Carvalho Poli em Frei Martinho/PB; 1 requerimento da Mineração Currais Novos em Currais Novos/RN; 1 requerimento da Shaftz Participações em Lajes/RN; 1 requerimento da Mineracao Pará Tungstenio em Pau D'arco/PA; 1 requerimento da Bodó Mineração em Bodó/RN; 1 requerimento da A. Ramalho Dantas em Currais Novos/RN.

2.2.1.1.8. Projeção para o tungstênio no Brasil até 2050

A Tabela 10 e as Figura 9a, 9b e 9c apresentam projeções para o Brasil, relativas ao minério de tungstênio.

Tabela 10. Projeção para o tungstênio no Brasil até 2050, conforme o cenário transformador

	2022	2026	2030	2034	2038	2042	2046	2050
Reservas Medidas (t contidas) (1)	26818	27206	27461	27567	27523	27304	26881	26223
Produção (t contidas) (1) (2)	294	331	372	409	450	495	544	598
Consumo (t contidas) (2) (3)	2	2	3	3	3	3	4	4
Importações (t contidas) (2)	0	0	0	0	0	0	0	0
Exportações (t contidas) (2)	292	329	370	407	447	492	541	594
Empregos diretos (2)	335	377	424	467	513	564	620	682
Empregos indiretos (2)	1004	1130	1272	1398	1538	1691	1859	2044

- (1) Considerando as reservas atualizadas de tungstênio para 2020, com depleção anual da produção e reposição anual média de 1,5% das reservas medidas, convertidas a partir de novos projetos.
- (2) Considerando o cenário de crescimento da demanda de tungstênio conforme a variação de PIB no cenário transformador em função de suas aplicações industriais e do potencial uso em alta tecnologia. O cenário transformador considera que o PIB Brasil crescerá, em termos médios, a uma taxa de 3,0% ao ano no período de 2022 a 2030 e de 2,4% ao ano no período de 2031 a 2050 conforme o IPEA (IPE, 2021) e Souza e Júnior, 2022 (SOU, 2022).
- (3) Considerando que a produção nacional suprirá as demandas do mercado local.

Figura 9a Projeção das reservas de tungstênio do Brasil até 2050, conforme cenário transformador.

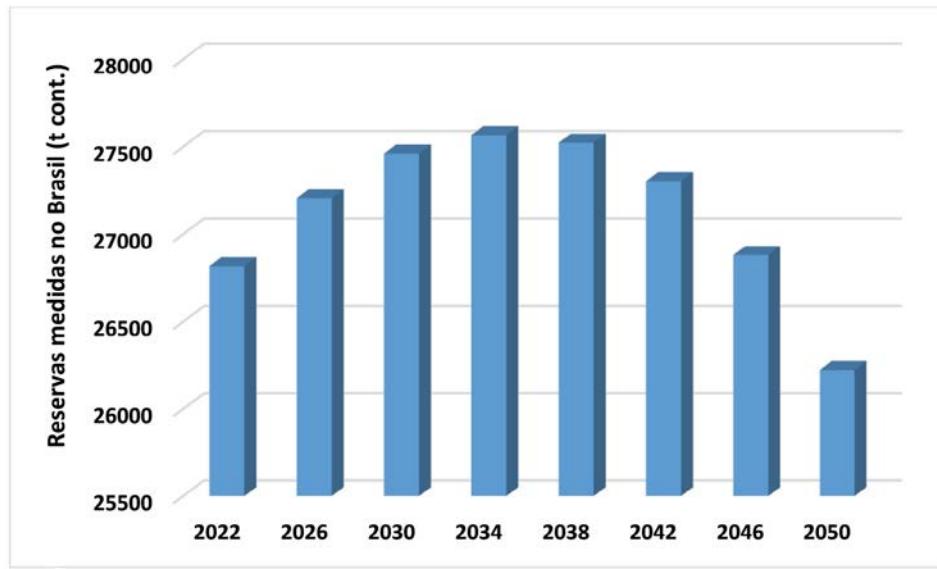


Figura 9b. Projeções da produção, do consumo, das importações e das exportações para o Brasil, até 2050, conforme cenário transformador.

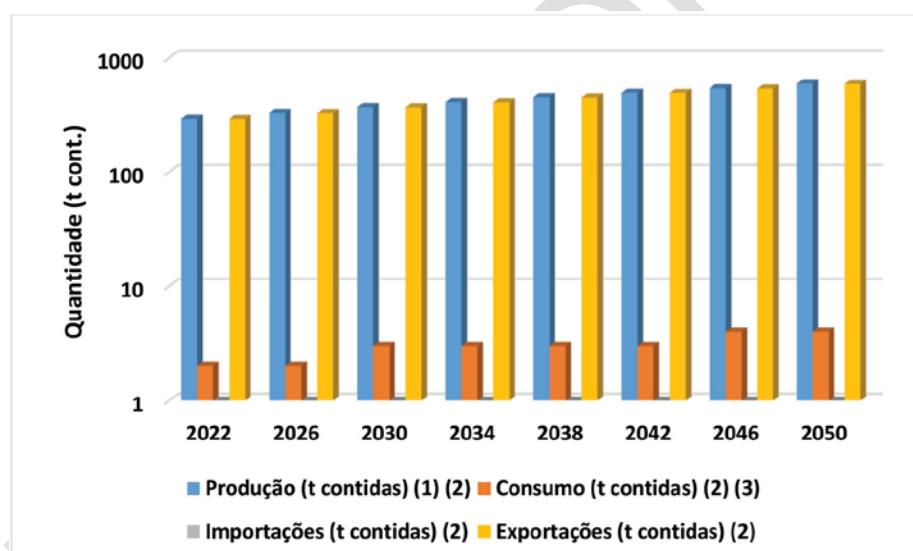
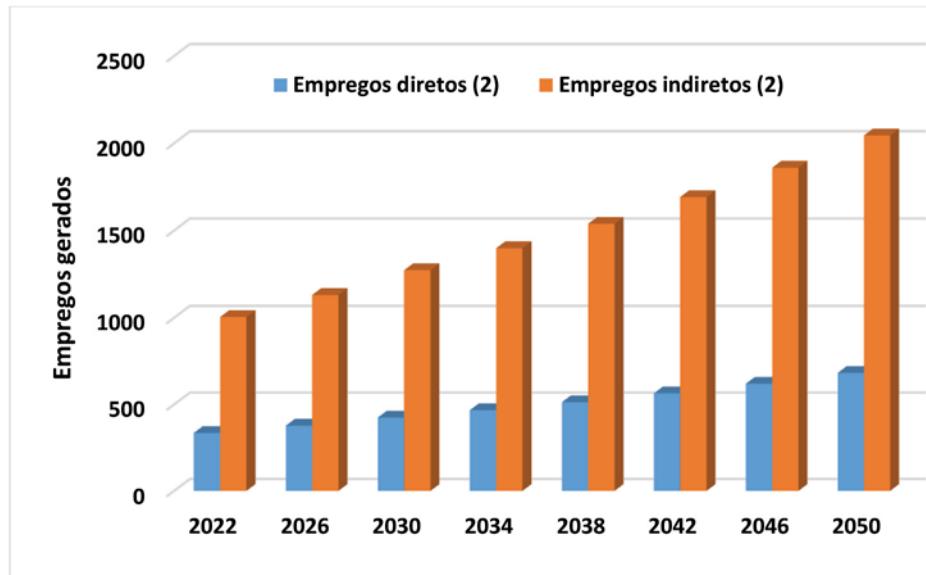


Figura 9c. Projeções da geração de empregos diretos e indiretos no Brasil até 2050, conforme cenário transformador.



O minério de tungstênio está incluído na lista de minerais estratégicos da Resolução Nº 2 de 2021 da Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral do Ministério de Minas Energia (SGM/MME). Essa Resolução definiu 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 março de 2021. O Decreto instituiu a Política de Apoio ao Licenciamento Ambiental de Projetos de Investimentos para a Produção de Minerais Estratégicos - Pró-Minerais Estratégicos, dispondo sobre sua qualificação no âmbito do Programa de Parcerias de Investimentos da Presidência da República. A inclusão do minério de tungstênio na lista de minerais estratégicos do Brasil se deve à importância da utilização do tungstênio em produtos de alta tecnologia.

2.2.1.1.9. Projeções para o tungstênio no mundo até 2050

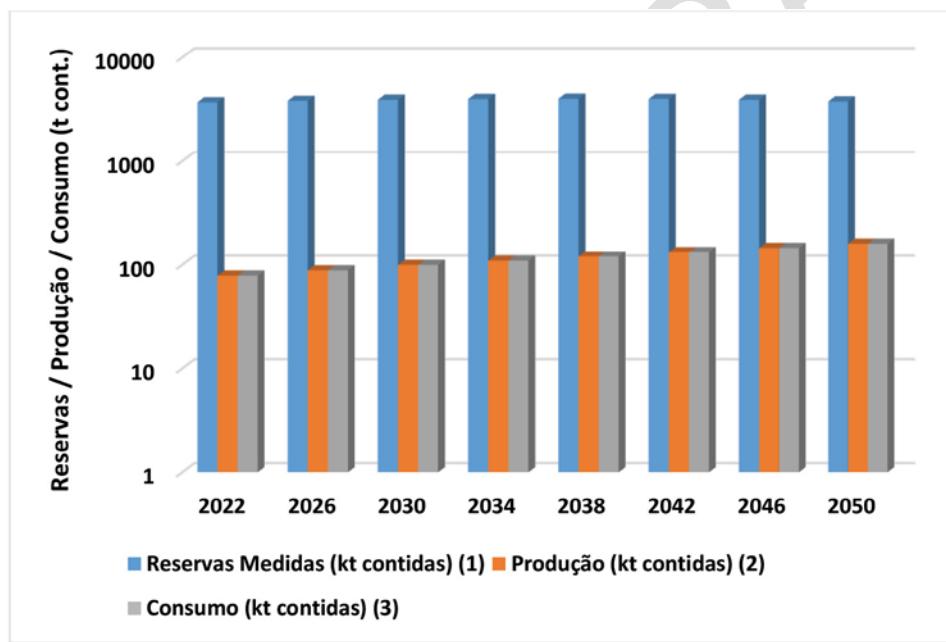
A Tabela 11 e a Figura 10 apresentam projeções para o Brasil, relativas ao minério de tungstênio.

Tabela 11. Projeções para o tungstênio no mundo até 2050.

	2022	2026	2030	2034	2038	2042	2046	2050
Reservas Medidas (kt contidas) (1)	3700	3822	3916	3977	4003	3985	3913	3775
Produção (kt contidas) (2)	78,4	88,2	99,3	109,2	120,1	132,0	145,1	159,6
Consumo (kt contidas) (3)	78,4	88,2	99,3	109,2	120,1	132,0	145,1	159,6

- (1) Considerando as reservas atualizadas para 2020 e depleção anual da produção e reposição anual média de 3% das reservas medidas, convertidas a partir de novos projetos.
- (2) Considerando o cenário de crescimento da demanda de tungstênio conforme a variação de PIB no cenário transformador. O cenário transformador considera o crescimento do PIB, em termos médios, a uma taxa de 3,0% ao ano no período de 2022 a 2030 e de 2,4% ao ano no período de 2031 a 2050 conforme o IPEA (IPE, 2021) e Souza e Júnior, 2022 (SOU, 2022).
- (3) Considerando que a produção acompanhará o consumo

Figura 10: Projeções para o tungstênio no mundo até 2050



Analisando o estágio atual do tungstênio como mineral estratégico no Brasil e no mundo, é possível estimar que a importância desta substância se prolongará até 2050, em função de sua utilização em produtos de alta tecnologia. Nesse contexto, cabe ao Brasil manter o crescimento de sua produção e estimular a implantação de unidades industriais capazes de fabricar ligas e compostos de tungstênio, para estimular o uso interno e permitir a exportação de produtos com maior valor agregado.

Lista de referências

- AMB 2022: Anuário Mineral Brasileiro em <https://app.anm.gov.br/> /
DadosAbertos/AMB/Producao_Bruta.csv
- ANM 2019: AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO (ANM). . Anuário
Mineral Brasileiro: Principais Substâncias Metálicas / Coord. Geral Osvaldo
Barbosa Ferreira Filho; Equipe Técnica por Marina Dalla Costa et al.; Brasília;
em: https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro/amb_2018_ano_base_2017.
- ANM 2022a: Cadastro Mineiro da Agência Nacional de Mineração, março de
2022; em: <https://sistemas.anm.gov.br/scm/extra/site/admin/default.aspx>
- ANM 2022b: Dados Abertos Arrecadação CFEM em: <https://app.anm.gov.br/>
DadosAbertos/ARRECADACAO/
- CGE 2014: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - Minerais Estratégicos e
Terras Raras, Brasília, 2014.
- CMI 2020: Código de Mineração – Decreto-Lei Nº 227 de 28 de fevereiro de
1967 e atualizações.
- COM 2022: Comexstat 2022: Exportação e Importação Geral. Subposição
261100 em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>
- INN 2022: Top 8 Tungsten-producing Countries. Tungsten Investing News, INN;
em: <https://investingnews.com/where-is-tungsten-mined/>
- IPE 2021: INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA, IPEA.
Cenários Macroeconômicos para o Brasil. Ipea, mimeo, 2021.
- MCS 2022: Mineral Commodity Sumaries – USGS – 2010 a 2022.
- MME 2010: Ministério de Minas e Energia - Plano Nacional de Mineração 2030
- Brasília, 2010.
- NAV 2017: Navarro, G, R, B.; Zanardo. A.; Montibeller, C. C.; Leme T.G. - Livro
de referências de minerais comuns e economicamente relevantes, 2017.
- RMB 2016: Recursos Minerais no Brasil – Problemas e Desafios - Academia
Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 2016.
- SCH 2001: Schobbenhaus, C., Dardenne, M. A., Metalogênese do Brasil.
Editora da UnB, Brasília, 2001.
- SMI 2018: Sumário Mineral – Edições de 2010 a 2018 – Departamento
Nacional da Produção Mineral (DNPM).
- SOU 2022: Souza Júnior, J. R. et al. (2022). Visão geral da conjuntura. Brasília,
Ipea, Carta de Conjuntura nº 54 – Nota de Conjuntura 34, 1º Trimestre de 2022.



STA 2022: Reserves of tungsten worldwide in 2021. Statista, 2022; em: <https://www.statista.com/statistics/270453/distribution-of-tungsten-reserves-worldwide-by-country/>

TMI 2018: Tratamento de Minérios – 6^a Edição – CETEM/MCTIC, Rio de Janeiro, 2018.

U01 2022: United Nations Department of Economic and Social Affairs | Comtrade Database. SH(6): 261100. Importações/Exportações de tungstênio em 2020, 2015 e em 2010 (MDIC).

EM EDITORAÇÃO

PLANO NACIONAL DE MINERAÇÃO 2050
PNM 2050

SINOPSE 8. Minério de Vanádio

CADERNO 2: Pesquisa e Produção Mineral

SINOPSE 8. Minério de Vanádio	165
2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira	166
2.2.1. Tipo de Minério	166
2.2.1.8. Vanádio	166
2.2.1.8.1. Reservas de Vanádio.....	166
2.2.1.8.2. Produção de Vanádio	168
2.2.1.8.3. Consumo de Vanádio	169
2.2.1.8.4. Importações de Vanádio	170
2.2.1.8.6. Porte das Empresas e Geração de Empregos.....	171
2.2.1.8.7. Porte dos Projetos em Andamento e/ou Previstos	172
2.2.1.8.8. Projeções para o Brasil até 2050	173
2.2.1.8.9. Projeções para o mundo até 2050	173

2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira

2.2.1. Tipo de Minério

Metálicos Ferrosos

2.2.1.8. Vanádio

O uso principal do vanádio é na indústria dos aços especiais, principalmente na forma da liga de ferro-vanádio, utilizada na fabricação de estruturas de aviões de grande porte, na indústria aeroespacial, gasodutos, oleodutos e ferramentas de melhor qualidade, por serem mais resistentes, dentre outros. Está em desenvolvimento e análise o potencial uso do vanádio em baterias de lítio (VRB- vanadium redox flow batteries) porém até o momento, e considerando as projeções de preço do vanádio, o uso para esta finalidade é, aparentemente, restrito.

2.2.1.8.1. Reservas de Vanádio

A Tabela 1 apresenta as reservas de vanádio no Brasil.

Tabela 1. Reservas brasileiras de vanádio, de 2010 a 2020.

Brasil	Reservas Medidas (kt de V contido)										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
TO-TAL ¹	98	98	98	98	98	71	67	53			
TO-TAL ²									130	120	120

Fonte: ¹SMB, 2012-2018; ²USGS 2019-2021.

* Embora a classificação brasileira de recursos e reservas tenha sido alterada - mediante norma da CBRR adotada pela ANM (Art. 9, parágrafo 4º, do Decreto 9.406 de 2018 e Resolução ANM 94, de 07/02/2022) - a nova classificação entrará em vigor em agosto (180 dias contados da data da citada resolução), a partir de quando se iniciará um gradativo processo de transição.

A empresa Largo Resources (Largo, 2022), controladora da Vanádio de Maracás, com empreendimento em operação no estado da Bahia, declara ter reservas provadas e prováveis de 60,36 milhões de toneladas com teor médio de 0,79% de pentóxido de vanádio (V_2O_5), o que equivale a 267 kt de V.

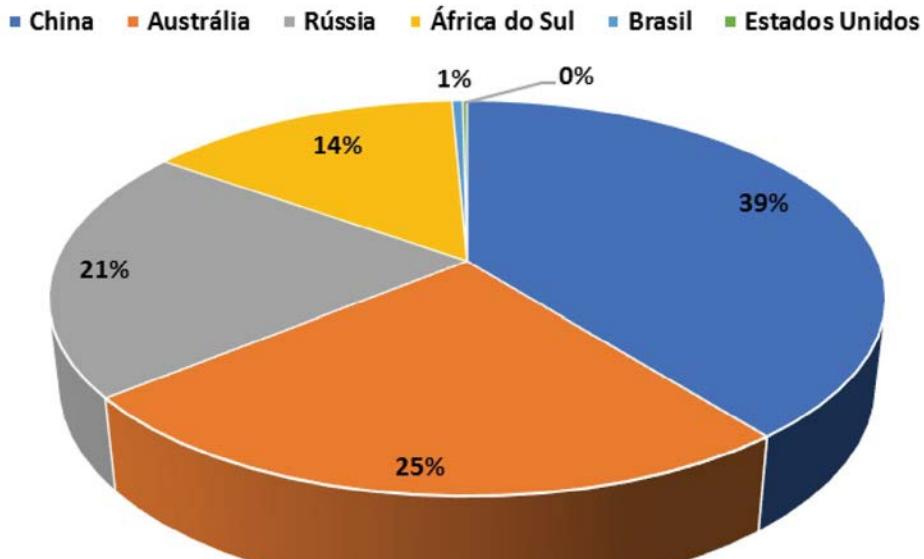
O estado da Bahia concentra 100% das reservas conhecidas de vanádio no Brasil. Tais reservas colocam o Brasil, no ano de 2021, na quinta posição no ranking mundial em reservas medidas de vanádio, conforme mostrado na Tabela 2 e na Figura 1, juntamente com os 6 países com maiores reservas no mundo. Como se vê na tabela, a China detém 40% das reservas mundiais de vanádio, seguida por Austrália (25%), Rússia (21%) e África do Sul (14%), enquanto o Brasil é o quinto colocado, com apenas 1% das reservas. Existem empresas com trabalhos de pesquisa em andamento, que podem futuramente aumentar as reservas brasileiras.

Tabela 2. Ranking dos principais detentores mundiais das reservas de vanádio, em 2021.

Colocação País	Reserva Medida (Mt V contido)
China	9,50
Austrália	6,00
Rússia	5,00
África do Sul	3,50
Brasil	0,12
Estados Unidos	0,05
Total	24,00

Fonte: USGS, (2022).

Figura 1. Principais detentores mundiais de reservas de vanádio em 2021.



Fonte: USGS, (2022).

2.2.1.8.2. Produção de Vanádio

A evolução da produção brasileira de vanádio, é mostrada na Tabela 3. A produção brasileira foi iniciada em 2014, tendo apresentado notável crescimento até 2014.

Tabela 3. Produção brasileira de vanádio de 2014 a 2020.

	Produção (kt.V)						
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Brasil	2,9	8,9	11,7	12,1	11,7	12,6	13,6

Fonte: AMB, 2022a.

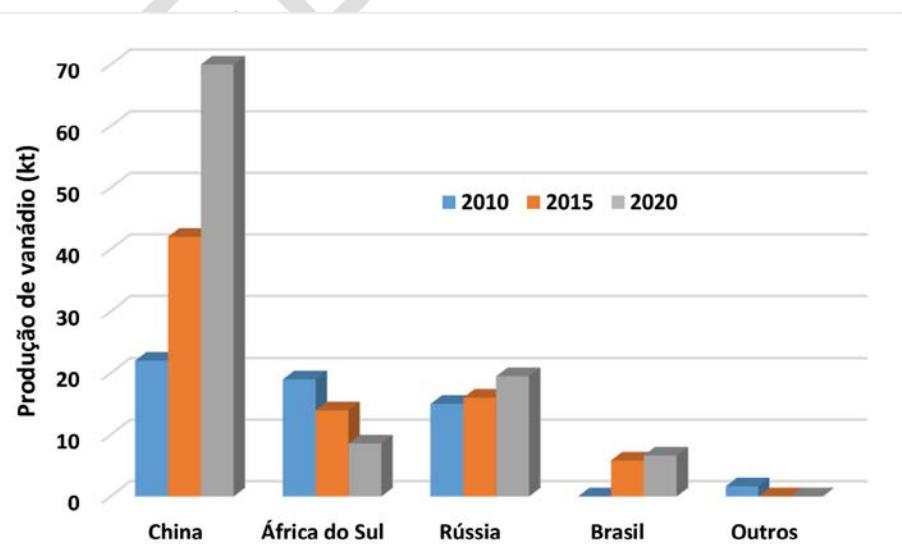
Em 2020, o Brasil se colocou na quarta posição no ranking mundial de produtores de vanádio, conforme demonstrado na Tabela 4 e na Figura 2.

Tabela 4. Ranking dos principais produtores mundiais de vanádio.

Colocação País 2010	Produção (kt.V)	Colocação País 2015	Produção (kt.V)	Colocação País 2020	Produção (kt.V)
China	22,0	China	42,0	China	70,0
África do Sul	19,0	Rússia	16,0	Rússia	19,5
Rússia	15,0	África do Sul	14,0	África do Sul	8,6
Outros	1,6	Brasil	5,8	Brasil	6,6
Total	58	Total	78	Total	105

Fonte: USGS, 2012, 2017 e 2022.

Figura 2. Principais produtores mundiais de vanádio.



Fonte: USGS, (2012, 2017 e 2022)

A produção mundial cresceu 35% entre 2010 e 2015 e cresceu também 35% entre 2015 e 2020. Além de ser o principal produtor mundial, a China é o país que mais cresceu a produção no período.

2.2.1.8.3. Consumo de Vanádio

O consumo de vanádio no Brasil, a cada ano, de 2010 a 2017, é mostrado na Tabela 5 e na Figura 3. Dos dados apresentados, constata-se que o Brasil é um pequeno consumidor de vanádio e tem apresentado queda de consumo de ligas, nos anos recentes.

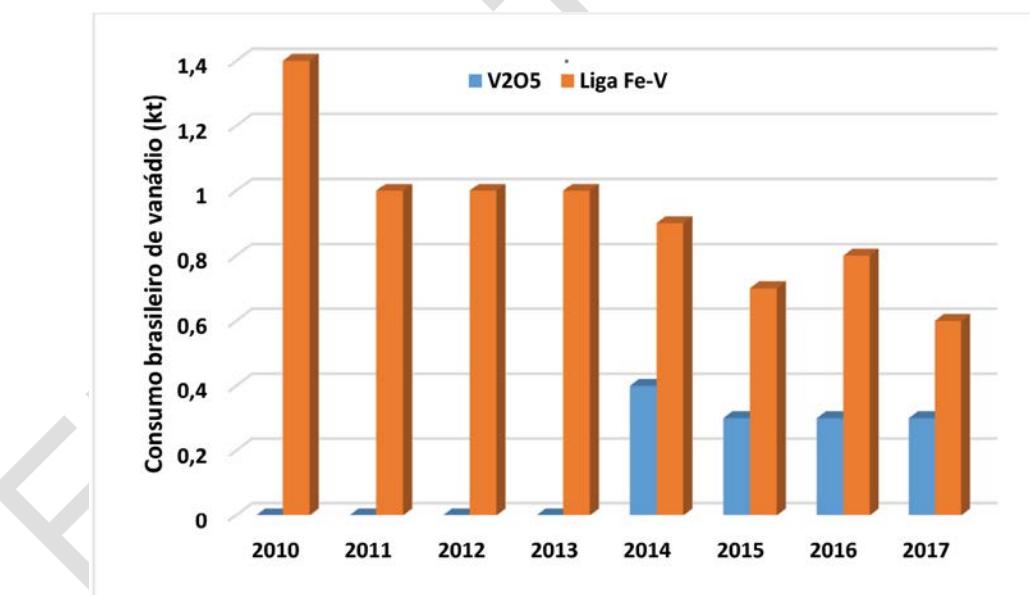
Tabela 5. Consumo brasileiro de vanádio, de 2010 a 2017.

	Consumo (kt)							
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
V_2O_5			0,0	0,0	0,4	0,3	0,3	0,3 ^(p)
Liga Fe-V	1,4	1,0	1,0	1,0	0,9	0,7	0,8	0,6 ^(p)

(p) – preliminar

Fonte: DNPM/ANM, 2011-2018.

Figura 3. Consumo brasileiro de vanádio, de 2010 a 2017.



Fonte: DNPM/ANM, 2011-2018.

2.2.1.8.4. Importações de Vanádio

O Brasil é um pequeno importador de vanádio, conforme indicado pelas informações e dados apresentados pela ANM. Aparentemente, com a entrada em operação da mineração de vanádio na Bahia, houve uma redução das importações, mas não se chegou a substituir totalmente as importações pela produção nacional. A Tabela 6 e a Figura 4 apresentam os dados de importação de ligas Fe-V e pentóxido de vanádio, no período de 2010 a 2017.

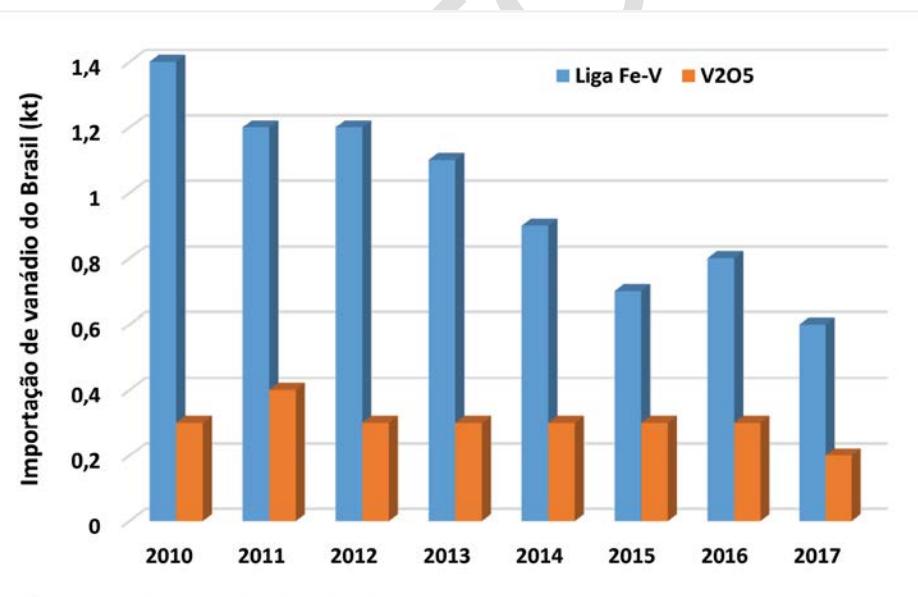
Tabela 6. Importações brasileiras de vanádio, de 2010 a 2017.

	Importação (kt de produto)							
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Liga Fe-V	1,4	1,2	1,2	1,1	0,9	0,7	0,8	0,6 ^(p)
V ₂ O ₅	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2 ^(p)

^(p) – preliminar

Fonte: DNPM/ANM, 2011-2018.

Figura 4. Importações brasileiras de vanádio, de 2010 a 2017.



Fonte: DNPM/ANM, 2011-2018.

2.2.1.8.5. Exportações de Vanádio

O Brasil iniciou as exportações de vanádio em 2014 e vem aumentando o volume desde então. A Tabela 7 e a Figura 5 apresentam os dados de importação de ligas Fe-V e pentóxido de vanádio, no período de 2010 a 2017.

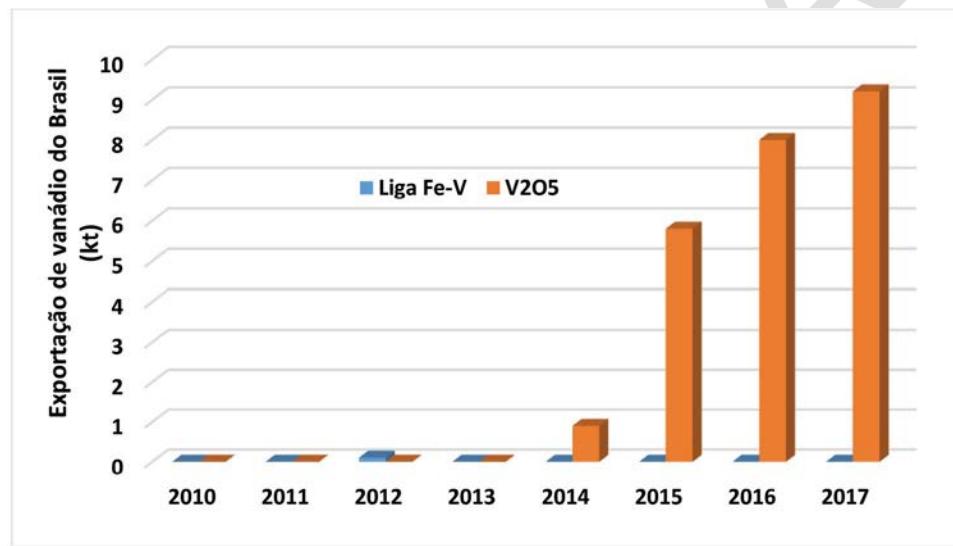
Tabela 7. Exportações brasileiras de vanádio, de 2010 a 2017.

	Exportação (kt.prod)							
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Liga Fe-V	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 ^(p)
V ₂ O ₅	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	5,8	8,0	9,2 ^(p)

(p) – preliminar

Fonte: DNPM/ANM, 2011-2018.

Figura 5. Exportações brasileiras de vanádio, de 2010 a 2017.



Fonte: DNPM/ANM, 2013-2017.

2.2.1.8.6. Porte das Empresas e Geração de Empregos.

A Tabela 8 caracteriza a única empresa produtora de concentrado de vanádio no Brasil, no ano 2020, listando seu porte, em termos de produção, e ainda os números de empregos diretos e indiretos gerados. Toda a produção nacional de vanádio provém da empresa Vanádio de Maracás, no estado da Bahia.

Tabela 8. Empresa produtora de vanádio no Brasil, no ano de 2020.

Empresas de Grande Porte de Produção (>1Mta de ROM)					
Empresa	Produção	Produção (ROM)*	Estado	Empregos diretos	Empregos indiretos
Vanádio de Maracás	11,8 kt V2O5	1.088 kt	BA	405	600
	6,6 kt.V				

*Fontes: Brasil Mineral, 2022; *AMB, 2022b.*

2.2.1.8.7. Porte dos Projetos em Andamento e/ou Previstos

A Tabela 9 apresenta um panorama dos projetos em andamento e/ou previstos pela Largo Resources Inc. na Bahia para aumentar a extração de óxido de vanádio, além da produção de concentrado e pigmento de titânio a partir do rejeito não magnético do processamento de vanádio, com o ano de início, conforme seu porte, em termos de produção.

Tabela 9. Panorama dos projetos em andamento e/ou previstos para a produção de vanádio no Brasil, por porte de produção, a partir de 2022.

Empresas de Grande Porte de Produção				
	Empresa	Produção	Produtos	Estado
2022-2023	Largo Resources Inc.	150 kt/ano	Concentrado de ilmenita	BA
2022-2023		30 kt/ano	Pigmento de titânio	
2024-2025		60 kt/ano	Pigmento de titânio	
2024-2025		425 kt/ano	Concentrado de ilmenita	
2032		+ 2.800 t/a	V ₂ O ₅	

Fonte: (Largo, 2022)

Apesar de apenas a Largo Resources atuar hoje no Brasil, há que se ressaltar que há hoje 135 processos minerais relacionados ao vanádio, registrados na ANM. São 30 Requerimentos de Pesquisa – 3 no Amazonas, porém em áreas indígenas, 25 na Bahia e 2 no Piauí; 96 Autorizações de Pesquisa – 72 na Bahia, 3 no Ceará, 6 no Piauí, 7 em Minas Gerais, 1 no Mato Grosso, 2 em Pernambuco, 4 na Paraíba e 1 no Pará; 4 Direitos de Requerer Lavra – todos no Piauí; 3 Requerimentos de Lavra – 2 na Bahia e 1 em Minas Gerais; 2 Concessões de Lavra – 1 na Bahia e 1 em Minas Gerais.

2.2.1.8.8. Projeções para o Brasil até 2050

As projeções das estimativas para o Brasil de 2025 a 2050 são apresentadas na Tabela 10. Entre as premissas, considera-se que a planta de V₂O₅ recentemente instalada não consumirá mais reservas da Vanádio de Maracás e que serão mantidas as atuais produções e recuperações. Desta forma, as projeções demonstram que as reservas prováveis e provadas serão suficientes até 2050.

Possíveis expansões de capacidade, em função do aumento da demanda mundial e da competitividade da operação, reduzirão proporcionalmente as reservas e consequentemente a vida útil, fazendo-se necessária a busca de ampliação das reservas. A cadeia produtiva basicamente objetiva a exportação e, portanto, o esgotamento das reservas não teria consequências maiores na indústria nacional.

Tabela 10. Projeções otimistas para o Brasil, até 2050, em kt de V contido.

	2022	2026	2030	2034	2038	2042	2046	2050
Reservas Medidas (kt V) (1)	129	152	185	187	181	163	126	61
Produção (kt V) (2)	14,3	15,8	17,4	19,2	21,2	23,4	25,8	28,5
Consumo (kt V) (3)	1,1	1,3	1,6	2,0	2,4	2,9	3,6	4,3
Importações (kt V) (4)	1	1	1	1	1	1	1	1
Exportações (kt V) (5)	14,2	15,4	16,8	18,2	19,8	21,5	23,3	25,2
Empregos diretos (6)	426	470	518	572	632	697	770	850
Empregos indiretos (6)	630	696	768	848	936	1033	1140	1259

1. Considerando as reservas medidas das empresas já em operação, com aumento de 15% ao ano até 2030 e de 10% ao ano até 2050, como resultado da conversão das reservas provadas e prováveis.
2. Considerando a capacidade de produção das empresas já em operação, mais novos projetos divulgados e os ainda possíveis em função dos requerimentos na ANM, com taxa de crescimento de 2,5% ao ano, próxima do aumento populacional médio.
3. Considerando crescimento de 5% até 2050, com previsão otimista de produção de aços e ligas mais nobres pela indústria nacional.
4. Considerando as importações fixas para suprir a demanda de produtos especiais.
5. Considerando exportações de todo o excedente.
6. Considerando as mesmas taxas de crescimento da produção.

2.2.1.8.9. Projeções para o mundo até 2050

As projeções das estimativas para o mundo de 2025 a 2050 são apresentadas na Tabela 11.

Tabela 11. Projeções para o mundo até 2050, em Mt de V contido.

	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Reservas Medidas	23,39	22,38	21,02	19,19	16,71	13,37
Produção	0,13	0,18	0,24	0,33	0,44	0,60
Consumo	0,13	0,18	0,24	0,33	0,44	0,60

Tomou-se como base de crescimento da demanda, e, portanto, do consumo e da produção, as informações divulgadas em Roskill (2021). Existem várias análises com expectativas distintas de crescimento de demanda de vanádio, mas aqui optou-se por adotar um cenário de manutenção do crescimento, em taxas de aumento da demanda similar aos últimos 10 anos. A conclusão é de que, nessas condições, as reservas conhecidas seriam mais que suficientes para atender à demanda prevista, pelos próximos 30 anos.

Lista de referências:

- AMB 2022a. Anuário Mineral Brasileiro em: https://app.anm.gov.br/DadosAbertos/AMB/Producao_Beneficiada.csv
- AMB 2022b. Anuário Mineral Brasileiro em: https://app.anm.gov.br/DadosAbertos/AMB/Producao_Bruta.csv
- Brasil Mineral, 2022. <https://www.brasilmineral.com.br/noticias/producao-da-largo-resources-cai-13-em-2021>
- DNPM/ANM 2011-2018. Sumário Mineral Brasileiro em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral/sumario-mineral-brasileiro>
- Largo, 2022. Largo Resources, 2022 em: <https://www.largoinc.com/Our-business/marac-s-menchen-mine/default.aspx>
- Roskill, 2021. Tendências de Mercado e Crescimento da Demanda de Minerais Tecnológicos: Lítio, Grafita, Terras-Raras, Nióbio e Vanádio.
- SMB, 2012-2018. Sumário Mineral Brasileiro 2011 a 2018 em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral/sumario-mineral-1>
- USGS, 2019-2021. Mineral Commodities Summaries 2019-2021 em: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/vanadium-statistics-and-information>
- USGS, Mineral Commodities Summaries 2012-2022, <https://pubs.er.usgs.gov/publication/mcs2022>

PLANO NACIONAL DE MINERAÇÃO 2050
PNM 2050**SINOPSE 9. Minério de Alumínio (bauxita)****CADERNO 2: Pesquisa e Produção Mineral**

SINOPSE 9. Minério de Alumínio (bauxita)	175
2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira	176
2.2.1. Tipo de Minério	176
2.2.1.9. Minério de Alumínio (bauxita)	176
2.2.1.9.1. Reservas de bauxita	176
2.2.1.9.2. Produção de bauxita	178
2.2.1.9.3. Consumo de bauxita	181
2.2.1.9.4. Importações de bauxita	184
2.2.1.9.5. Exportações de bauxita	185
2.2.1.9.6. Porte das Empresas e Geração de Empregos de bauxita	187
2.2.1.9.7. Porte dos Projetos em Andamento e/ou Previstos e Geração de Empregos referentes à bauxita	188
2.2.1.9.8. Projeções para o Brasil até 2050 de bauxita	188
2.2.1.9.9. Projeções para o mundo até 2050 de bauxita	189

2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira

2.2.1. Tipo de Minério

Metálicos Não-Ferrosos

2.2.1.9. Minério de Alumínio (bauxita)

O alumínio é o terceiro elemento mais abundante na crosta terrestre e o segundo metal mais usado, apenas atrás de ferro. A bauxita é a principal fonte de alumínio e as suas reservas são abundantes e suficientes para atender às demandas atual e futura. Além de suas aplicações usuais na economia, deve-se destacar que o alumínio é um dos metais essenciais na cadeia produtiva da transição energética.

2.2.1.9.1. Reservas de bauxita

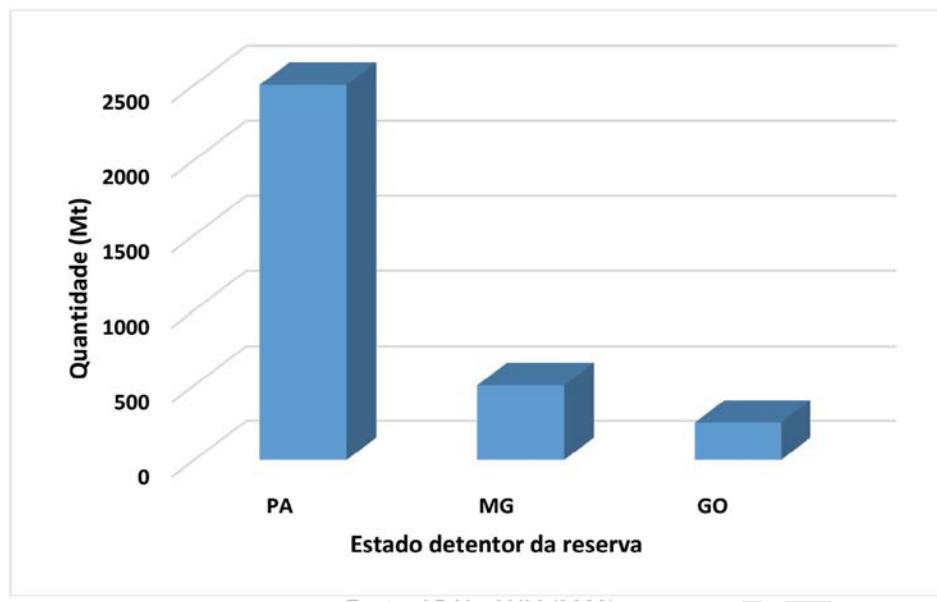
As reservas medidas e indicadas de bauxita no Brasil em 2020 foram de 3.000 Mt (ABAL), com distribuição no território nacional conforme apresentado na Tabela 1 e na Figura 1.

Tabela 1. Reservas brasileiras, por estado, de bauxita, até o ano de 2020.

<i>Estado</i>	<i>Reserva Me-dida (Mt)</i>	<i>Reserva Indi-cada (Mt)</i>	<i>Reserva Infe-rida (Mt)</i>	<i>Referência</i>
PA	2500	ND	ND	ABAL, ANM
MG	500	ND	ND	ABAL, ANM
GO	250	ND	ND	ABAL, ANM

Fonte: ABAL, ANM, (2022)

Figura 1. Reservas brasileiras, por estado, de bauxita, em 2022.



Fonte: ABAL, ANM (2022)

O Brasil é detentor da quarta maior reserva mundial de bauxita. No que se refere à sua distribuição no território nacional, quase toda está concentrada no Pará (90%), onde se destacam as jazidas de Porto Trombetas, de Paragominas e, num patamar inferior, a de Juruti. Além dessas, pode-se mencionar as reservas de Minas Gerais (7%), com as jazidas de Poços de Caldas, Cataguases e Miraí. Os demais depósitos não afetam a configuração geral. As reservas totais (medida, indicada e inferida) no Brasil estão estimadas em 3600 milhões de toneladas. Merece destaque, também, a jazida de Barro Alto, Goiás, pela sua importância estratégica. Dessas reservas, 92% são do tipo metalúrgico e o restante direcionado para uso em outros setores (refratário e químico).

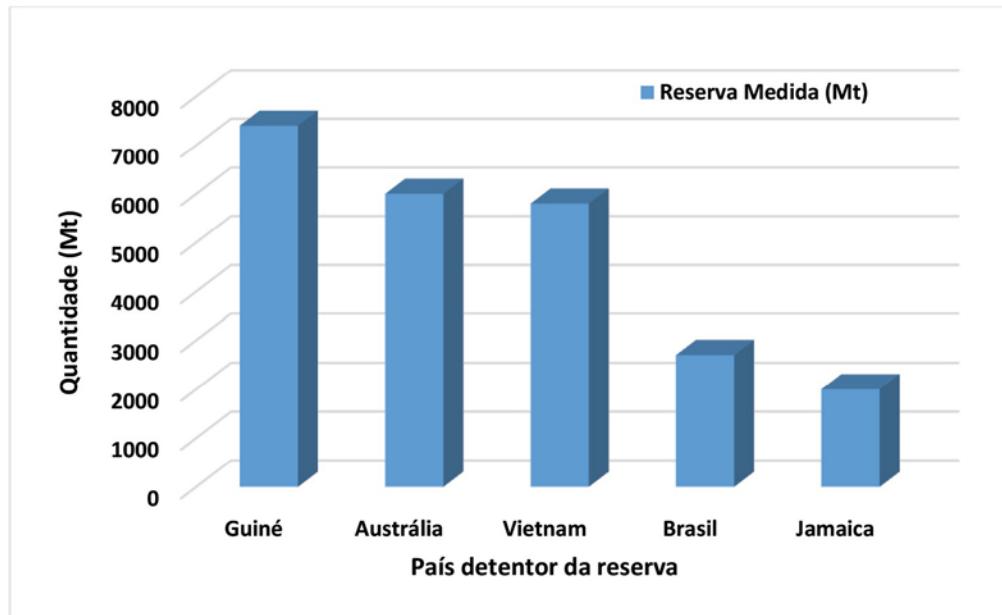
Tais reservas colocam o Brasil, no ano de 2021, na quarta posição no ranking mundial em reservas medidas de bauxita, conforme apresentado na Tabela 2 e Figura 2.

Tabela 2. Ranking dos principais detentores mundiais das reservas de Bauxita, no ano de 2021.

Colocação País	Reservas Medidas (Mt)
Guiné	7400
Austrália	6000
Vietnam	5800
Brasil	3250
Jamaica	2000
TOTAL	23900

Fonte: USGS (2022), ANM (2022)

Figura 2. Ranking dos principais detentores mundiais das reservas de Bauxita, no ano de 2021.



Fonte: USGS (2022), ANM (2022)

As reservas mundiais de bauxita encontram-se predominantemente em regiões tropicais e subtropicais e o seu volume é suficiente para atender à demanda, por alguns séculos. Elas se localizam na África (32%), na Oceania (23%), na América do Sul e Caribe (21%), na Ásia (18%) e em outros locais (6%). As reservas globais de bauxita, incluindo medidas, indicadas e inferidas, são estimadas entre 55 bilhões e 75 bilhões de toneladas. Este cenário sugere que, considerando o potencial de cada região, o futuro ranking das reservas pode ter uma configuração diversa da atual. Também, do ponto de vista da confiabilidade do abastecimento, não são antevistas dificuldades, uma vez que há concentrações satisfatórias de bauxita em economias estáveis.

2.2.1.9.2. Produção de bauxita

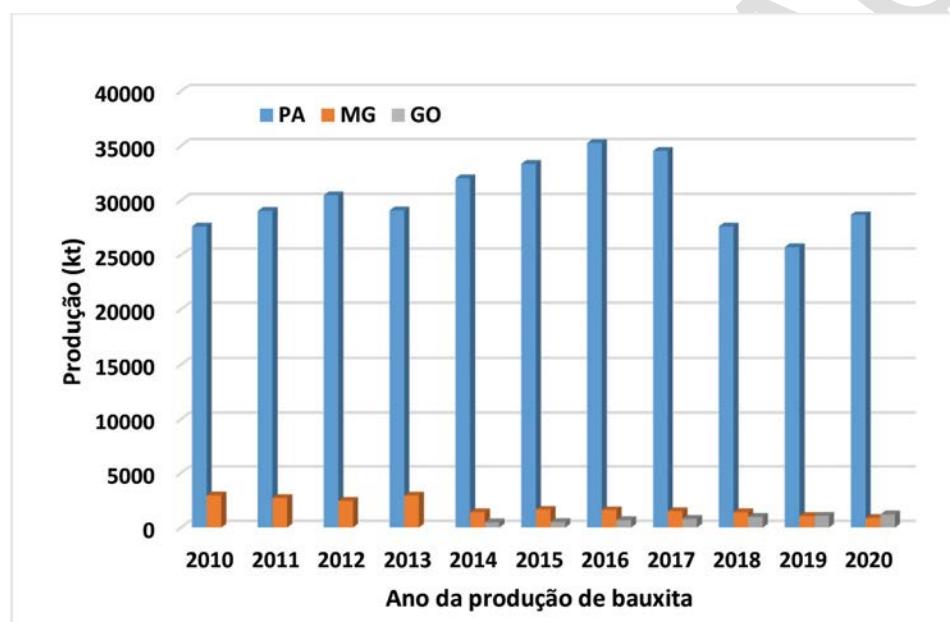
A produção beneficiada de bauxita no Brasil de 2010 a 2020, é mostrada na Tabela 3, por estado da federação, e na Figura 3, com os totais consolidados para o país.

Tabela 3. Produção brasileira, de bauxita beneficiada, de 2010 a 2020.

Estado	Produção de bauxita beneficiada (kt.bauxita)											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Ref.
PA	27590	29052	30463	29096	32000	33373	35255	34534	27593	25733	28654	AMB
MG	2971	2729	2470	2951	1372	1634	1592	1470	1374	1036	847	AMB
GO					456	487	653	767	957	1053	1172	AMB
TO-TAL	30561	31781	32933	32047	33828	35494	37500	36771	29924	27822	30673	AMB

Fonte: Sistema AMBWeb (Planilha Complementar – Produção beneficiada) (2022)

Figura 3. Produção brasileira, de bauxita beneficiada, de 2010 a 2020.



Fonte: Sistema AMBWeb (Planilha Complementar – Produção beneficiada) (2022)

A quase totalidade da produção brasileira está concentrada na Região Norte, especificamente, no Pará, onde estão as operações da Mineração Rio do Norte, Paragominas e Juruti. Essa produção é associada às empresas proprietárias desses empreendimentos e abastecem duas grandes refinarias no Pará (Alunorte) e no Maranhão (Alumar), sendo que o excedente é destinado ao mercado externo. Em termos absolutos, pode-se dizer que a totalidade desta produção se destina à produção de alumínio. A operação no estado de Goiás se destina à refinaria de alumínio da CBA (Companhia Brasileira de Alumínio). Já as operações no estado de Minas Gerais direcionam sua produção à refinaria da CBA e a aplicações não metalúrgicas (refratários, materiais cerâmicos, compostos químicos etc.).

A produção nacional colocou o Brasil, no ano de 2020, na quarta posição no ranking mundial de produtores de bauxita.

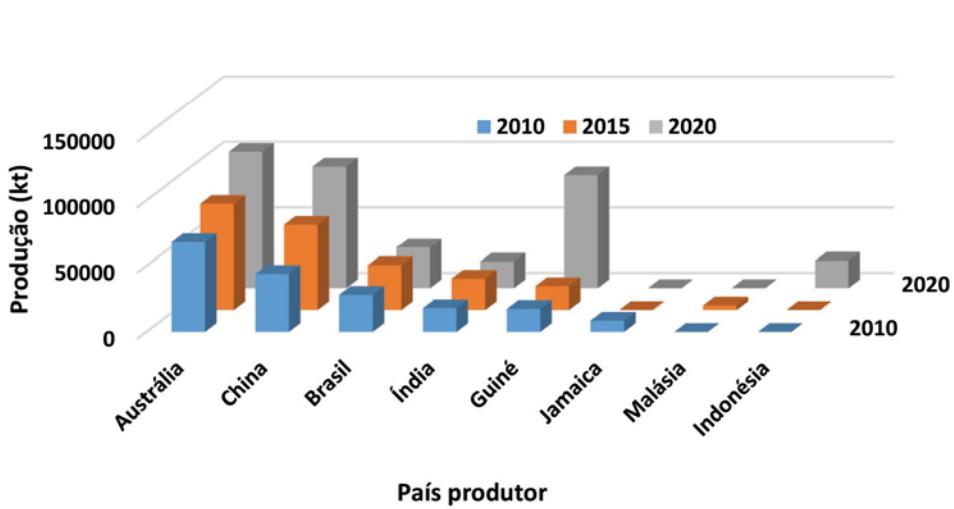
A Tabela 4 e a Figura 4 mostram a evolução do Brasil no ranking mundial, com respeito à produção de bauxita beneficiada, juntamente com os 6 países com maiores produções no mundo.

Tabela 4. Ranking dos principais produtores mundiais de bauxita beneficiada.

Colocação País 2010	Produção (kt.bauxita)	Colocação País 2015	Produção (kt.bauxita)	Colocação País 2020	Produção (kt.bauxita)
Austrália	68400	Austrália	80900	Austrália	104000
China	44000	China	65000	China	92700
Brasil	28100	Malásia	35000	Guiné	86000
Índia	18000	Brasil	33900	Brasil	30673
Guiné	17400	Índia	23800	Indonésia	20800
Jamaica	8540	Guiné	18100	Índia	20200
Outros	24560	Outros	42300	Outros	24648
Total	209000	Total	299000	Total	379021

Fonte: USGS (2022), WMD (2021)

Figura 4. Ranking dos principais produtores mundiais de bauxita, em kt de bauxita beneficiada.



Fonte: USGS, (2022)

Observa-se, além do crescimento firme dos dois maiores produtores mundiais, o aumento da participação recente de países como Guiné e Indonésia. Apesar de relativamente estável no período considerado, as produções do Brasil e da Índia podem vir a ser alavancadas, com a descoberta e/ou desenvolvimento de novas frentes. Finalmente, pode-se destacar a possibilidade do surgimento de

novos players de destaque no mercado além da Guiné e Indonésia, como, por exemplo, o Vietnam.

2.2.1.9.3. Consumo de bauxita

O consumo de bauxita no Brasil de 2015 a 2020, é apresentado na Tabela 5, por estado da federação, e nas Figuras 5a e 5b, com os totais consolidados para o país.

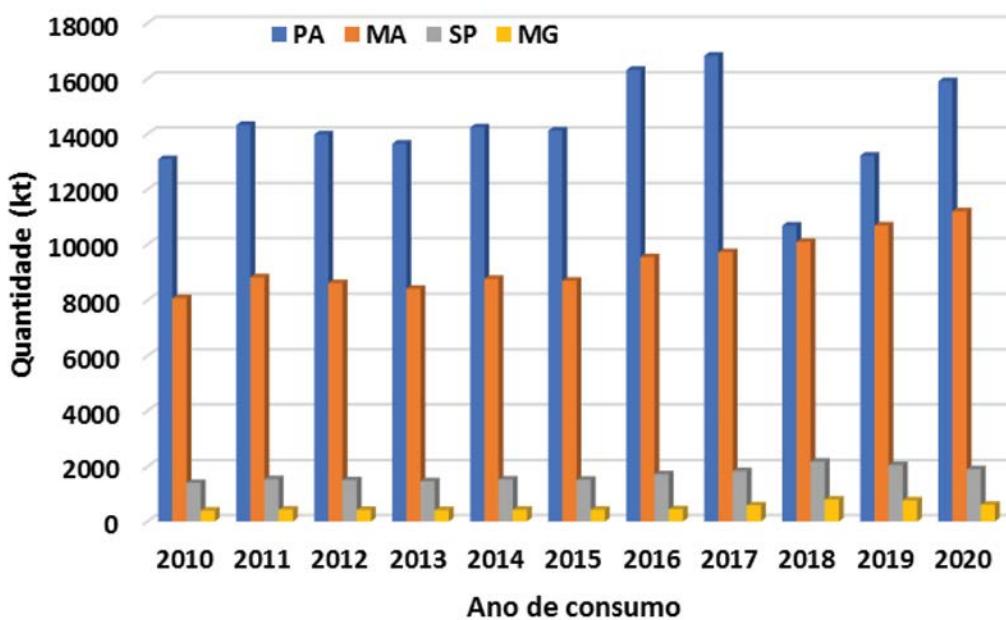
Tabela 5. Consumo brasileiro de bauxita de 2010 a 2020.

Estado	Consumo (kt.bauxita)										
	2010*	2011*	2012*	2013*	2014*	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PA	13091	14316	13981	13645	14231	14116	16318	16827	10698	13213	15913
MA	8063	8817	8611	8404	8765	8694	9540	9722	10090	10707	11214
SP	1408	1540	1503	1467	1530	1518	1717	1831	2170	2048	1898
MG	389	425	415	405	422	419	440	594	810	776	620
TOTAL	22949	25097	24509	23921	24948	24746	28015	28974	23768	26744	29645

Fonte: .USGS, World Bank e ABAL(2020)

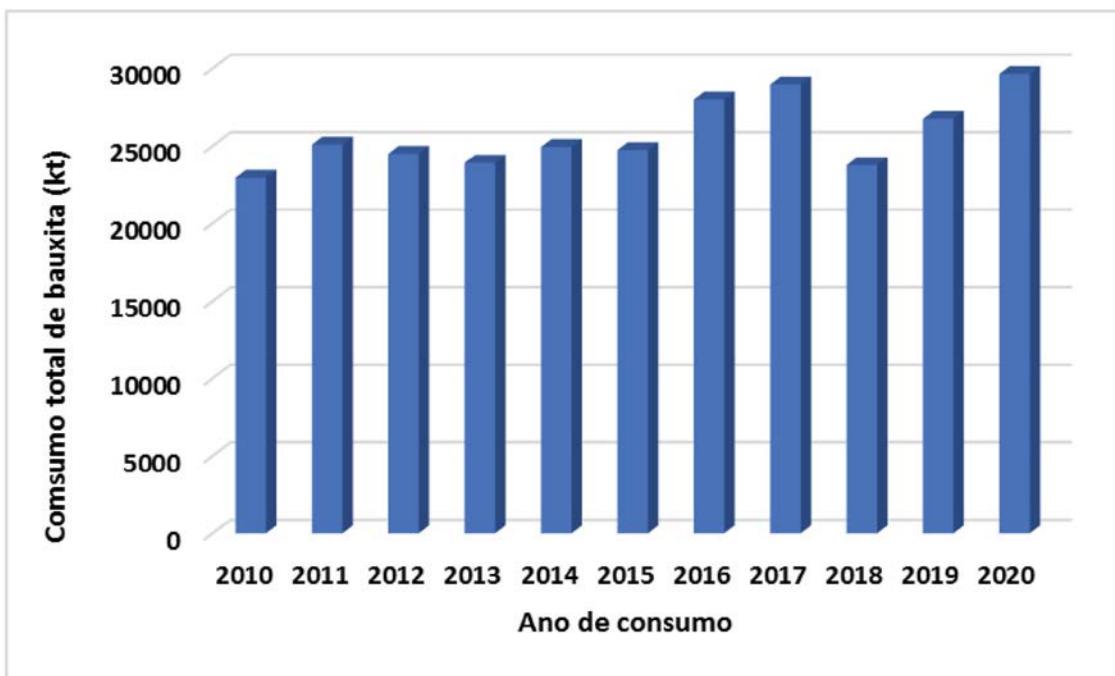
(*) Valores estimados a partir do consumo total reportado

Figura 5a. Consumo brasileiro de bauxita, por estado, de 2010 a 2020.



Fonte: .USGS, World Bank e ABAL(2020)

Figura 5b. Consumo total de bauxita no Brasil, por ano, no período de 2010 a 2020.



Fonte: .USGS, World Bank e ABAL(2020)

A distribuição por estado foi calculada a partir das respectivas produções de alumina. O consumo é fortemente concentrado nos estados do Pará e Maranhão, onde estão as grandes refinarias. Atualmente a totalidade do consumo em Minas Gerais se destina a aplicações não metalúrgicas, uma vez que os dois fornos do estado (Novelis – Ouro Preto e Alcoa – Poços de Caldas) foram desativados.

Uma observação importante é que o Brasil consome aproximadamente 90% de sua produção de bauxita beneficiada, sendo que essa proporção vem apresentando tendência de aumento, na última década. Isto é associado à estabilização da produção de bauxita beneficiada, juntamente com o aumento da produção de alumina nacional.

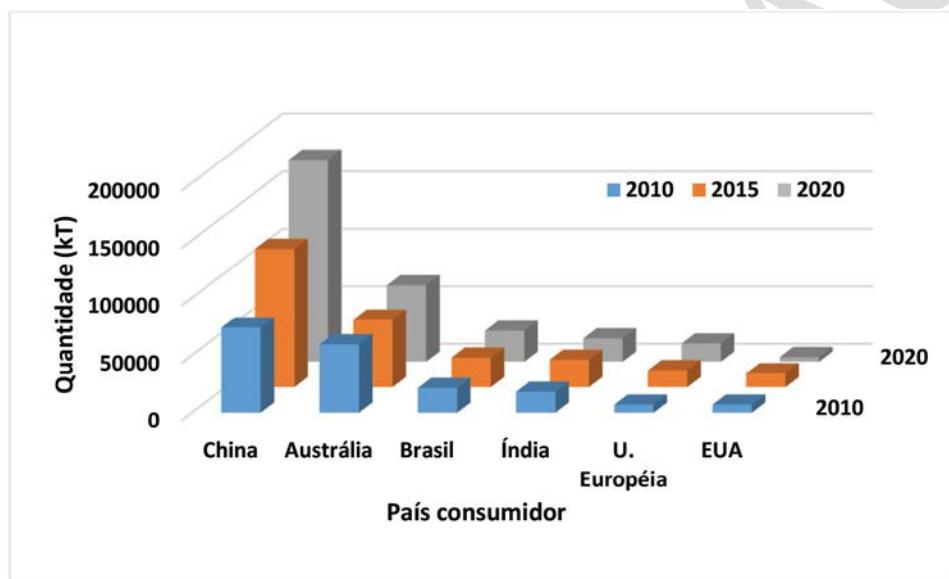
Esse consumo coloca o Brasil, no ano de 2020, na 3^a posição no ranking mundial de consumidores de bauxita. A Tabela 6 e a Figura 6 mostram sua evolução no ranking mundial, juntamente com os 6 países maiores consumidores no mundo.

Tabela 6. Ranking dos principais consumidores mundiais de bauxita.

Colocação País 2010	Consumo (kt)	Colocação País 2015	Consumo (kt)	Colocação País 2020	Consumo (kt)
China	73953	China	120321	China	175416
Austrália	59429	Austrália	58652	Austrália	66534
Brasil	21234	Brasil	25671	Brasil	26908
Índia	18000	Índia	23800	Índia	20200
U. Européia	6887	U. Européia	14528	U. Européia	15707
EUA	6887	EUA	11864	EUA	3894

Fontes: USGS e World Bank (2020)

Figura 6. Principais consumidores mundiais de bauxita.



Fontes: USGS e World Bank (2020)

Há que se destacar que o consumo de bauxita apresentado está fortemente associado à produção de alumina. Apesar da destinação da alumina para a produção de alumínio ser, de longe, a principal forma de consumo, isto não quer dizer que as regiões onde se localizam as grandes refinarias sejam as mesmas onde é produzido o metal. Como regra global, pode-se prever uma tendência de deslocamento do consumo mundial de bauxita para localidades próximas às regiões detentoras das reservas. Assim, é possível que haja uma ascensão do consumo de bauxita em países como a Guiné, a Indonésia e o Vietnã e um descenso da União Européia e Estados Unidos.

2.2.1.9.4. Importações de bauxita

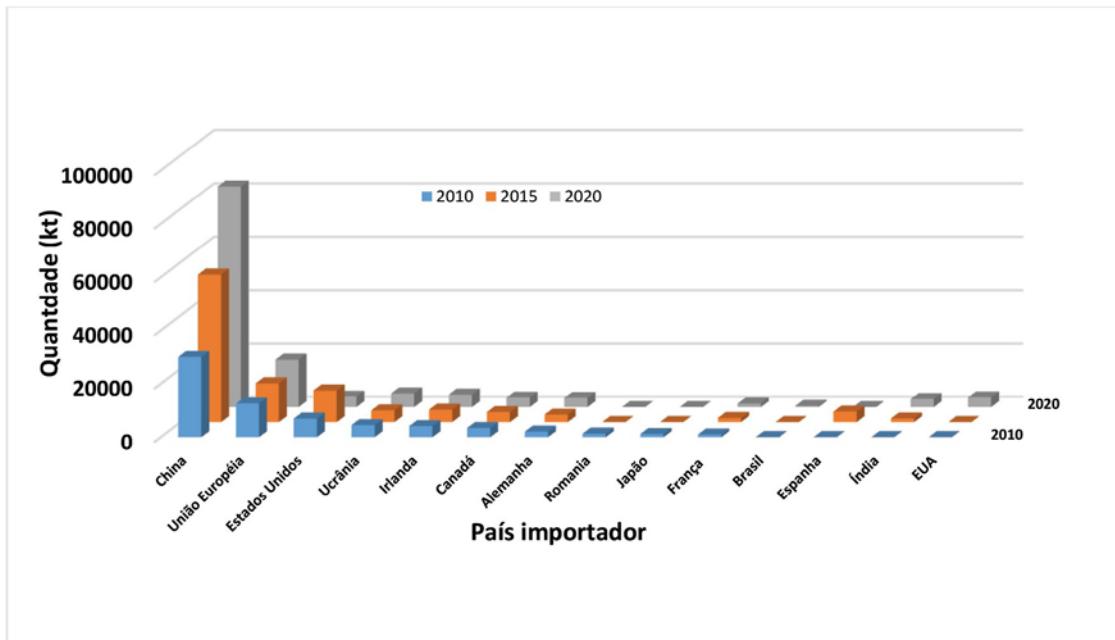
O volume de importações de bauxita coloca o Brasil, no ano de 2020, numa posição pouco relevante no ranking mundial de importadores de bauxita. Tal situação é justificada pelo fato de a bauxita beneficiada produzida no Brasil ser suficiente para atender a demanda interna, em condições competitivas. A Tabela 7 e a Figura 7 mostram a evolução do Brasil como importador no ranking mundial, juntamente com os países com maiores importações no mundo.

Tabela 7. Ranking dos principais importadores mundiais de bauxita.

Colocação País 2010	Importações (kt)	Colocação País 2015	Importações (kt)	Colocação País 2020	Importações (kt)
China	29953	China	55321	China(2018)	82716
União Europeia	12502	União Europeia	14528	União Europeia	15707
Estados Unidos	6887	Estados Unidos	11864	Ucrânia	5119
Ucrânia	4458	Irlanda	4608	Irlanda	4716
Irlanda	4111	Ucrânia	4338	Estados Unidos	3894
Canadá	3373	Espanha	3869	EAU	3649
Alemanha	2021	Canadá	3696	Canadá	3565
Romania	1277	Alemanha	2768	Alemanha	3436
Japão	1158	França	1527	Índia	2991
França	985	Índia	1337	França	1274
Brasil	13	Brasil	7	Brasil	433

Fonte: World Bank (2020)

Figura 7. Principais importadores mundiais de bauxita.



Fonte: World Bank (2020)

Como se vê, a participação do Brasil no elenco dos países importadores não é relevante. Como era de se esperar, a China tem uma posição destacada neste conjunto, seguida, num patamar abaixo, por países industrializados do hemisfério norte. Esses valores podem ser alterados pela tendência de as refinarias se deslocarem das regiões consumidoras, para as produtoras. Há, também, a tendência de substituir as importações de bauxita, por parte dos países industrializados, por alumina. No entanto, há que se observar que tal tendência ainda não está evidenciada nos dados atuais de importação.

2.2.1.9.5. Exportações de bauxita

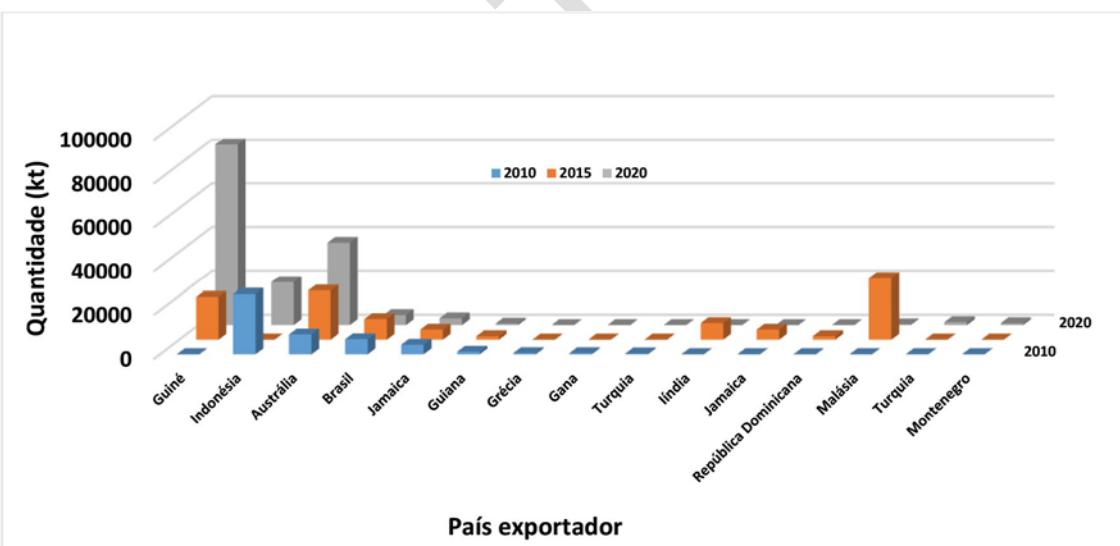
O seu volume de exportações de bauxita beneficiada coloca o Brasil, no ano de 2020, na 4^a posição no ranking mundial. A Tabela 8 e a Figura 8 mostram a evolução no ranking mundial, juntamente com os 9 países com maiores exportações no mundo.

Tabela 8. Ranking dos principais exportadores mundiais de bauxita.

Colocação País 2010	Exportações (kt.bauxita)	Colocação País 2015	Exportações (kt.bauxita)	Colocação País 2020	Exportações (kt.bauxita)
Indonésia	27410	Malásia	27900	Guiné	82400
Austrália	8971	Austrália	22248	Austrália	37466
Brasil	6789	Guiné	19414	Indonésia	19422
Jamaica	4303	Brasil	9336	Brasil	4525
Guiana	1136	Índia	7491	Jamaica	3061
Grécia	483	Jamaica	4558	Turquia	1286
Gana	468	Rep. Dominicana	1552	Montenegro	786
Turquia	331	Gana	1534	Guiana	664
		Guiana	1531	Malásia	322

Fonte: World Bank (2020)

Figura 8. Ranking dos principais exportadores mundiais de bauxita beneficiada.



Fonte: World Bank (2020)

Assim como comentado no caso das importações, há uma tendência dos países detentores das reservas, passarem, cada vez mais, a serem exportadores de alumina, ao invés de bauxita. O Brasil é um exemplo típico dessa tendência, assim como a Guiné o será no futuro.

2.2.1.9.6. Porte das Empresas e Geração de Empregos de bauxita

A Tabela 9, abaixo, mostra um panorama das empresas produtoras de Bauxita em 2020 em termos de produção, e listando ainda os estados da federação onde estão instaladas suas operações e os números de empregos diretos e indiretos gerados.

Tabela 9. Panorama das empresas produtoras de bauxita beneficiada no Brasil.

Empresas de Grande Porte de Produção (>1Mta)						
	Empresa	Produção (kt) *	Estado	Empregos diretos	Empregos indiretos	Ref
	Mineração Rio do Norte	11359	PA	1610	2140	ABAL AMBWeb
	Norsk Hydro Paragominas	7986	PA	1130	1500	ABAL AMBWeb
	Alcoa Juruti	6524	PA	930	1230	ABAL AMBWeb
	CBA Miraí	2219	MG	350	450	ABAL AMBWeb
	Total	28088	Brasil	4020	5320	
Empresas de Médio Porte de Produção (<1Mta e > 100kta)						
	Empresa	Produção (kt) *	Estado	Empregos diretos ***	Empregos indiretos ***	Ref
	Mineração Curimbaba	**	MG	150	200	ABAL
	Bauminas	**	MG/SC	80	100	ABAL
	Terra Goiana Mineradora	**	GO	70	90	ABAL
	Mineração Varginha	**	MG	70	90	ABAL
	Hindalco do Brasil	**	MG	200	220	ABAL
	Total	2585	Brasil	570	700	
Total das Empresas por Porte de Produção (<100kta e > 10kta)						
	Porte	Produção (kt)	Brasil	Empregos diretos	Empregos indiretos	Ref
	Grande	28088		4020	5320	
	Médio	2585		570	700	
	Total	30673	Brasil	4590	6020	

Fonte: ABAL (2022) e Sistema AMBWeb (2022)

(*)Dados ABAL ajustados conforme reportado no Sistema AMBWeb

(**)A ABAL publica dados consolidados para as empresas de médio porte do setor.

(***) Estimativa baseada em consulta aos dados públicos das empresas.

A capacidade da Mineração Rio do Norte é de 18000 kt/a. A grande concentração da produção no Pará é uma decorrência das intensas atividades de prospecção e pesquisa mineral feitas no passado por três grandes empresas: Alcan, Vale e Alcoa, responsáveis pela descoberta das jazidas de Oriximiná, Paragominas e Juruti. Dessa forma, a produção de bauxita está fortemente concentrada no estado do Pará, onde estão as principais mineradoras. Esses empreendimentos procuram assegurar a perenização das reservas, mediante pesquisas em novas frentes. As operações de médio porte em Minas Gerais e Goiás produzem bauxita para a produção de alumina para fins metalúrgicos e de aluminas/bauxitas para uso não metalúrgico, como é o caso da Mineração Curimbaba.

A atividade minerária, tipicamente gera uma quantidade limitada de empregos diretos e indiretos. No entanto, nas áreas mineradoras do Pará, a sua área de influência implica em maior dependência dos empreendimentos. Com efeito, comunidades inteiras, como Porto Trombetas, Juruti e Paragominas têm uma relação socioeconômica com a mineração, o que aumenta a relevância dos protocolos/ações de ESG, levando em conta aspectos de fechamento de mina, uso futuro do território e da transição socioeconômica da população.

2.2.1.9.7. Porte dos Projetos em Andamento e/ou Previstos e Geração de Empregos referentes à bauxita.

O projeto Novas Minas da MRN objetiva a manutenção da produção de bauxita a médio prazo, com a abertura de novas frentes de lavra. Seu início é previsto para 2030, quando ocorrerá o esgotamento de Sacará Leste. Os empreendimentos de Paragominas e Juruti vão passar por estágios de ampliação, ainda em fase de estudos.

Considerando o potencial do País, pode-se afirmar que os empreendimentos futuros não se limitarão aos projetos da MRN, de Paragominas e de Juruti. Além de novos projetos de maior porte no Pará, é previsível que novos empreendimentos de médio e talvez de grande porte, nas regiões Norte e Centro-Oeste. Também há possibilidades de novos empreendimentos de médio e pequeno porte na Zona da Mata de Minas Gerais.

2.2.1.9.8. Projeções para o Brasil até 2050 de bauxita

Os dados de estimativas das projeções para o Brasil, até 2050, considerando o cenário atual e o cenário futuro, são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10. Estimativas das projeções de bauxita para o Brasil, até 2050, considerando o cenário atual e o cenário futuro.

	2022	2026	2030	2034	2038	2042	2046	2050
Reservas Medidas (Mt bauxita) (1)	3250	3124	2990	2846	2694	2532	2360	2178
Produção (Mt bauxita) (2) (3)	30.7	32.8	35.1	37.3	39.5	42.0	44.5	47.3
Consumo (Mt bauxita) (3)	29.7	31.7	33.9	36.0	38.2	40.6	43.1	45.7
Importações (Mt bauxita) (3)	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7
Exportações (Mt bauxita) (3)	4.5	4.8	5.2	5.5	5.8	6.2	6.6	7.0
Empregos diretos (3)	4590	4910	5253	5619	6011	6430	6879	7359
Empregos indiretos (3)	6020	6440	6889	7370	7884	8434	9022	9651

Notas:

(1) Considerando as reservas das empresas já em operação

(2) Considerando as produções das empresas já em operação, sendo que os novos projetos divulgados estão voltados para a manutenção da produção.

(3) Considerando crescimento global do mercado de 1.7% aa durante a presente década (conforme previsões da GVR, 2022), e 1.5% aa a partir de 2031.

A perspectiva de incremento da produção alinhada ao crescimento do setor é indubitável. Com efeito, as principais mineradoras estão fortemente posicionadas no mercado mundial. Também existe a tendência de expansão da capacidade das refinarias, apesar de não haver, ainda, números oficiais.

2.2.1.9.9. Projeções para o mundo até 2050 de bauxita

Os dados de estimativas das projeções para o mundo, até 2050, considerando o cenário atual, e o cenário futuro, são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11. Estimativas das projeções globais de bauxita, até 2050, considerando o cenário atual e o cenário futuro.

	2022	2026	2030	2034	2038	2042	2046	2050
Reservas Medidas (Mt) (1)	23900	22345	20681	18907	17024	15025	12904	10652
Produção (Mt) (2) (3)	379	405	434	460	489	519	550	584
Consumo (Mt) (3)	308	372	450	486	524	554	574	594

Notas:

(1) Considerando as reservas das empresas já em operação

(2) Considerando as produções das empresas já em operação, sendo que os novos projetos divulgados estão voltados para a manutenção da produção.

(3) Considerando crescimento global do mercado de 1.7% aa durante a presente década (conforme previsões da GVR, 2022), e 1.5% aa a partir de 2031.

O alumínio é um dos metais essenciais para a transição energética. A projeção estimada da demanda, segundo a International Energy Agency (IEA), 200MMt/a de alumínio para as aplicações relacionadas à transição energética

O volume das reservas, tanto conhecidas, quanto potenciais, é compatível com a projeção do consumo. Há que ressalvar que há limitações nos processos a jusante, até a produção do metal. Merecem destaque as áreas de acumulação de rejeitos das refinarias e a demanda de energia elétrica para a obtenção do metal. A participação do Brasil no contexto global de extração de bauxita é de destaque.

Lista de referências:

ABAL (2022) Associação Brasileira do Alumínio. Estatísticas Nacionais.
<http://abal.org.br/estatisticas/nacionais/bauxita/>

AMB 2022: Anuário Mineral Brasileiro em
https://app.anm.gov.br/DadosAbertos/AMB/Producao_Bruta.csv

MCS 2022: MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2022, USGS em
<https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022-bauxite-alumina.pdf>

MCS 2015: MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2015, USGS em
<https://d9-wret.s3.us-west-2.amazonaws.com/assets/palladium/production/mineral-pubs/bauxite/myb1-2015-bauxi.pdf>

MCS 2010: MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2015, USGS em
<https://d9-wret.s3.us-west-2.amazonaws.com/assets/palladium/production/mineral-pubs/bauxite/myb1-2010-bauxi.pdf>

GVR 2022: Bauxite Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product (Metallurgical, Refractory), By Application (Alumina Production, Refractory), By Region, And Segment Forecasts, 2022 - 2030
<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/bauxite-market>

PLANO NACIONAL DE MINERAÇÃO 2050
PNM 2050

SINOPSE 10. Minério de Chumbo

CADERNO 2: Pesquisa e Produção Mineral

SINOPSE 10. Minério de Chumbo	191
2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira	192
2.2.1. Tipo Mineral	192
2.2.1.10. Minério de chumbo	192
2.2.1.10.1. Reservas de minério de chumbo.....	192
2.2.1.10.2. Produção de minério de chumbo	195
2.2.1.10.3. Consumo de minério de chumbo	197
2.2.1.10.4. Importações de minério de chumbo	199
2.2.1.10.5. Exportações de minério de chumbo	201
2.2.1.10.6. Porte das Empresas e Geração de Empregos	202
2.2.1.10.7. Porte dos Projetos em Andamento e/ou Previstos e Geração de Empregos	203
2.2.1.10.8. Projeções para o Brasil até 2050.....	203
2.2.1.10.9. Projeções para o mundo até 2050	205

2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira

2.2.1. Tipo Mineral

Metálicos Não-Ferrosos.

2.2.1.10. Minério de chumbo

O chumbo tem o número atômico mais elevado entre todos os elementos estáveis. Trata-se de um metal conhecido e usado desde a antiguidade. Suspeita-se que este metal já foi trabalhado há 7.000 anos, utilizado pelos egípcios sendo parte de ligas metálicas, devido às suas características de baixo ponto de fusão e maleabilidade, e pelos romanos como componentes de tintas e cosméticos. É usado na construção civil, baterias de ácido, em munição, proteção contra raios-X e raios gama, e forma parte de ligas metálicas para a produção de soldas, fusíveis, revestimentos de cabos elétricos, materiais antifricção e metais de tipografia, entre outros.

2.2.1.10.1. Reservas de minério de chumbo

As reservas brasileiras de minério de chumbo são de 515.187 t_{cont} (ANM 2020), as reservas indicadas, de 592.611 t_{cont} (ANM 2020) e as inferidas, de 268.048 t_{cont} (ANM 2020), com distribuição no território nacional conforme apresentado na Tabela 1 e na Figura 1.

Tabela 1. Reservas brasileiras, por estado, de chumbo contido, em 2020.

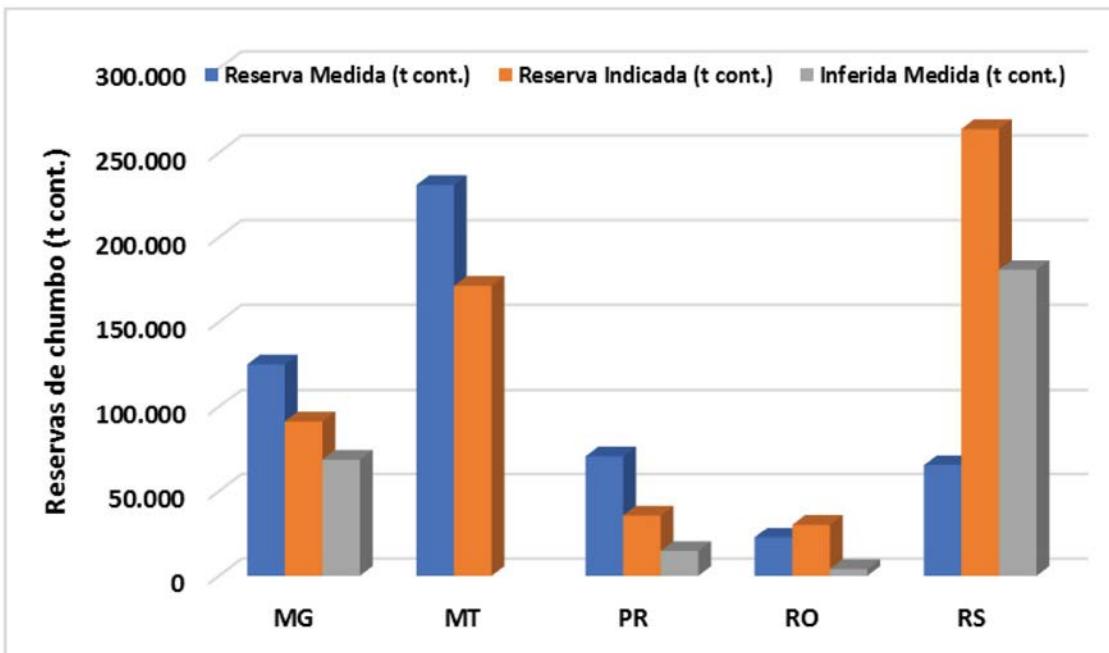
Estado	Reserva Medida Pb (t)*	Reserva Indicada Pb (t)*	Inferida Medida Pb (t)*
MG	125.103	91.261	68.804
MT	231.004	171.141	
PR	70.845	35.685	14.555
RO	22.662	30.289	3.990
RS	65.564	264.225	180.694
BRASIL	515.178	592.601	268.043

Fonte: ANM, (2020).

Nota: *Embora os dados relativos a reservas as considerem como medidas, indicadas e inferidas, é importante ressaltar que, a partir de 2022, as classificações obedecerão ao estabelecido pela “Resolução nº 94, de 7 de fevereiro de 2022, do Ministério de Minas e Energia, Agência Nacional de Mineração”

A Tabela 1, demonstra que 36% das reservas de minério de chumbo brasileiras estão no estado do Mato Grosso, seguido pelo estado do Rio Grande do Sul com 30%.

Figura 1. Reservas brasileiras, por estado, de chumbo contido, em 2020.



Fonte: ANM (2020).

As reservas nacionais encontram-se apresentadas em toneladas contidas. Assumindo o teor de 4,3 kg Pb_{cont} / t ROM (conforme a produção de 2020), admite-se que as reservas lavráveis são da ordem de 256.000 kt de minério. Se confrontadas com a produção nacional atual de minério de chumbo (2.625 kt em 2020), torna-se possível estimar a vida útil das atuais reservas em 98 anos, ou 45 anos, se consideradas apenas as reservas medidas. Regionalmente, as reservas se concentram na região Centro-Oeste (36%), seguida das regiões Sul (30%) e Sudeste (29%).

Tais reservas colocam o Brasil, no ano de 2020, além da 12^a posição no ranking mundial em reservas medidas de minério de chumbo, em toneladas contidas, conforme mostrado na Tabela 2 e na Figura 2, juntamente com os 8 países com maiores reservas no mundo.

Tabela 2. Ranking dos principais detentores mundiais das reservas de minério de chumbo, em toneladas de chumbo contido, em 2020.

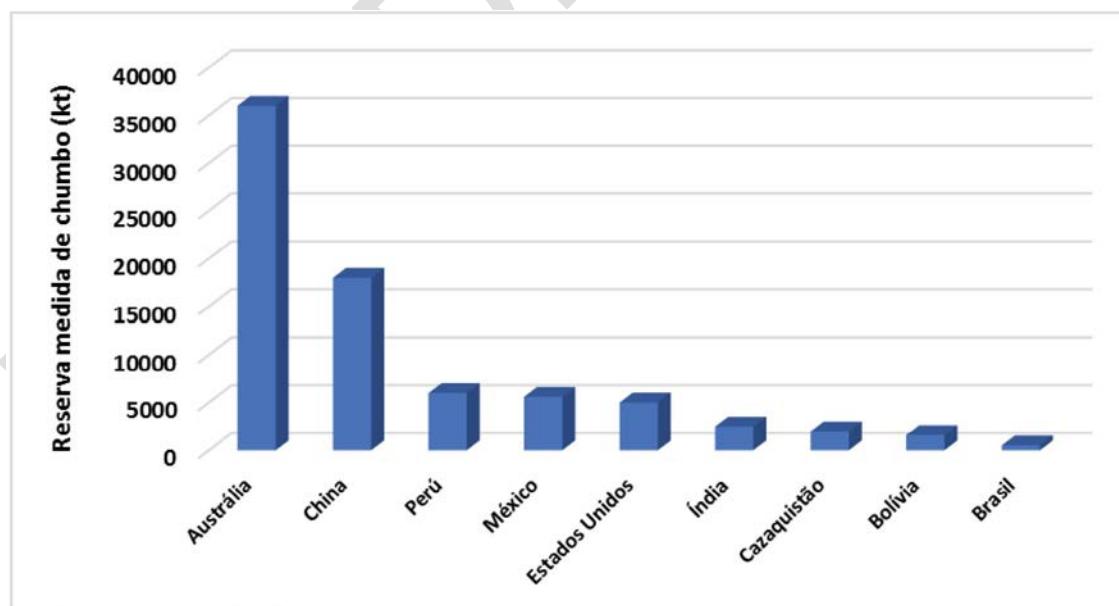
Colocação	País - 2020	Reserva Medida Pb (kt)
1º	Austrália	36.000
2º	China	18.000
3º	Peru	6.000
4º	México	5.600
5º	EUA	5.000
6º	Índia	2.500
7º	Cazaquistão	2.000
8º	Bolívia	1.600
12º	Brasil	515
	Reservas mundiais	88.000

Fonte: MCS (2021).

Na Tabela 2 observa-se o ranking das maiores reservas de minério de chumbo do mundo, com a Austrália em 1º lugar, com 47% das reservas globais. Seguem a China com 23%, na 2ª, e o Peru, com 8%, na 3ª posição. O Brasil aparece apenas abaixo da 12ª posição, com 0,7%.

Regionalmente, as reservas se concentram na Oceania (38%), seguida pela Ásia (29%) e pelas Américas (24%).

Figura 2. Principais detentores mundiais das reservas de minério de chumbo, em toneladas contidas, em 2020.



Fonte: MCS (2021).

2.2.1.10.2. Produção de minério de chumbo

A produção brasileira de chumbo contido, de 2010 a 2020, é mostrada na Tabela 3, por estado da federação, e na Figura 3, com os totais consolidados para o país. O cálculo da tonelada contida de chumbo leva em consideração um teor médio 4,3 kg Pb_{cont} / t ROM (da produção de 2020).

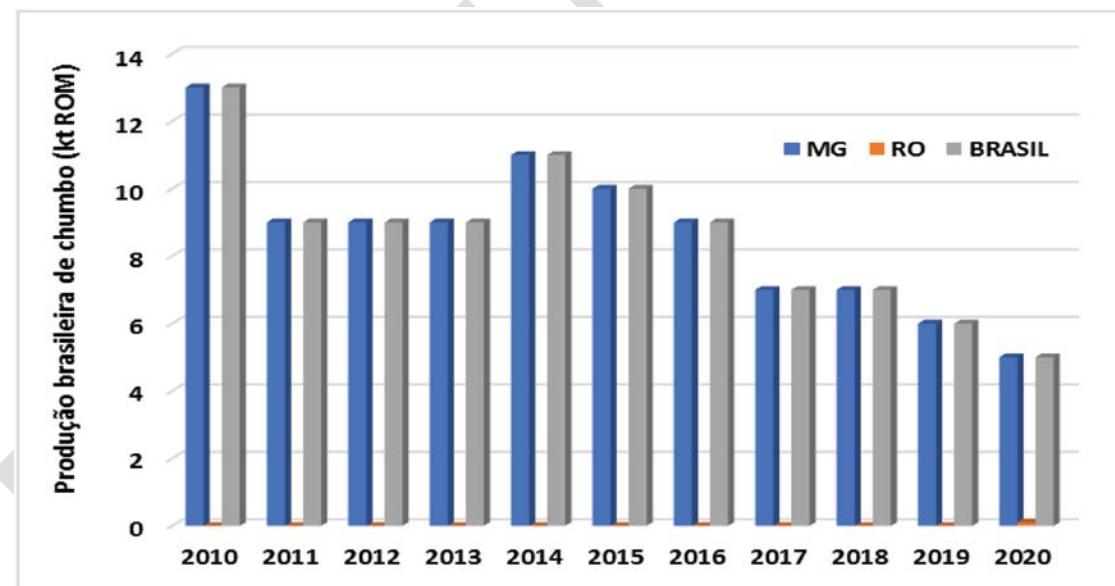
A produção brasileira de chumbo contido concentra-se integralmente na região sudeste, com 96,4% do total nacional, apenas no estado de Minas Gerais. A produção média de ROM, no período 2010 a 2020, foi de 2,4 Mt anuais, com pouca variância na produção. Não se percebe impacto na produção devido à pandemia no ano de 2020.

Tabela 3. Produção brasileira, por estado, de chumbo contido, de 2010 a 2020.

Estado	Produção (kt. ROM)										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<i>MG</i>	13	9	9	9	11	10	9	7	7	6	5
<i>RO</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>BRASIL</i>	13	9	9	9	11	10	9	7	7	6	5

Fonte: AMB (2022).

Figura 3. Produção brasileira, por estado, de chumbo contido, 2010 a 2020.



Fonte: AMB (2022).

No ano de 2020, o Brasil se colocou no ranking mundial de maiores produtores de chumbo contido. A Tabela 4 e a Figura 4 mostram a evolução no ranking mundial, juntamente com os 10 países com maiores produções no mundo.

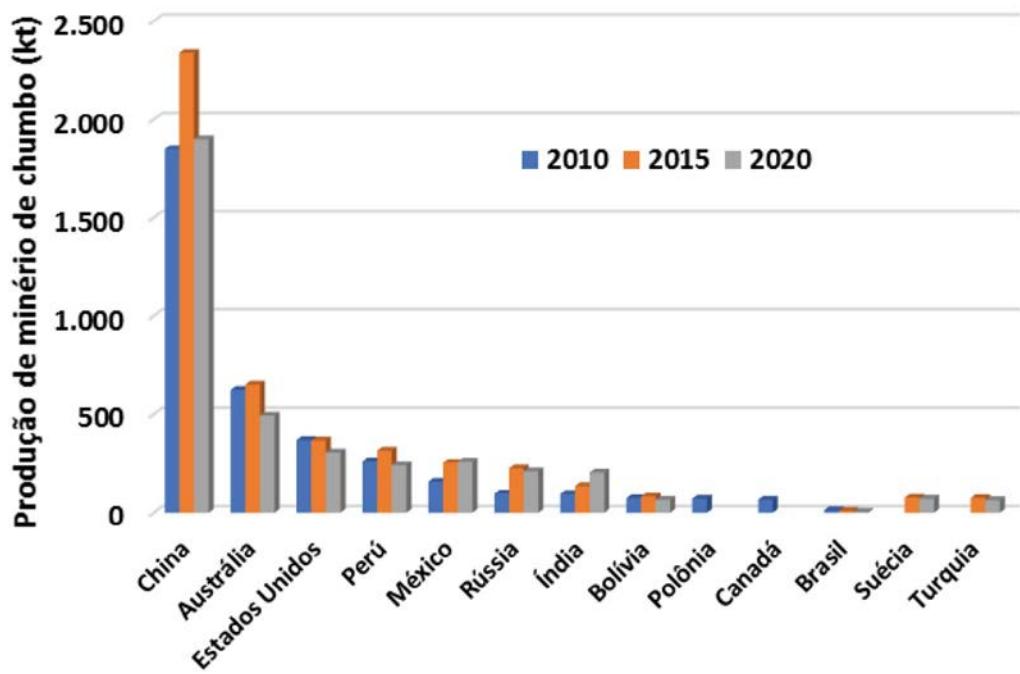
Tabela 4. Ranking dos principais produtores mundiais de minério de chumbo.

Coloca- ção	Países	2010		2015		2020	
		Produção (Kt)	Países	Produção (Kt)	Países	Produção (Kt)	Países
1º	China	1.850	China	2.340	China	1.900	
2º	Austrália	625	Austrália	652	Austrália	494	
3º	Estados Uni- dos	369	Estados Unidos	367	Estados Unidos	306	
4º	Peru	262	Peru	316	México	260	
5º	México	158	México	254	Peru	242	
6º	Rússia	97	Rússia	225	Rússia	210	
7º	Índia	95	Índia	136	Índia	204	
8º	Bolívia	73	Bolívia	82	Suécia	70	
9º	Polônia	70	Suécia	76	Bolívia	65	
10º	Canadá	65	Turquia	74	Turquia	63	
	Brasil*	13	Brasil*	10	Brasil *	5	

Fontes: MCS (2022); MCS (2017) e MCS (2012).

Nota: *AMB, (2022)

Figura 4. Principais produtores mundiais de minério de chumbo.



Fontes: MCS (2022); MCS (2017) e MCS (2012).

No cenário internacional, a China foi a maior produtora de minério de chumbo em toda a década e, em 2020, foi responsável por metade da produção mundial. O terço seguinte da produção mundial é compartilhado por Austrália (13%), Estados Unidos (8%), México (7%) e Peru (6%). Regionalmente, a produção se concentra na Ásia (60%), seguida pelas Américas (23%) e Oceania (13%).

2.2.1.10.3. Consumo de minério de chumbo

O consumo aparente brasileiro de minério de chumbo, de 2010 a 2020, é mostrado na Tabela 5, por estado da federação, e na Figura 5, com os totais consolidados para o país.

Tabela 5. Consumo aparente brasileiro de minério de chumbo, de 2010 a 2020.

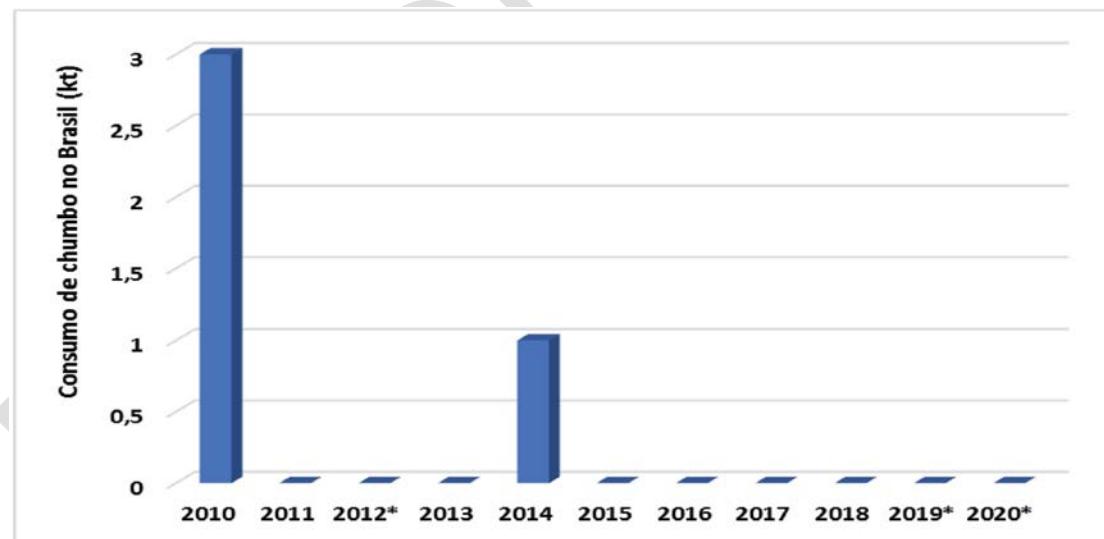
Consumo Aparente Pb (kt) ^(e)											
Ano	2010	2011	2012*	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019*	2020*
Brasil	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

Fontes: AMB (2022) e COMEXSTAT MDIC (2022).

Notas: (e) – *Estimado, Consumo aparente = produção + importações – exportações. Estoques não foram considerados na conta, por isso consumo negativo foi zerado*

*Importação não declarada

Figura 5. Consumo aparente brasileiro, de chumbo, de 2010 a 2020.



Fontes: AMB (2022) e COMEXSTAT MDIC (2022).

No ano de 2020 o Brasil não teve consumo de chumbo. A Tabela 6 e a Figuras 6a e 6b mostram a evolução no ranking mundial, juntamente com os 6 países com maiores consumos no mundo.

Tabela 6. Ranking dos principais consumidores mundiais de chumbo.

Colocação	Países	2010		2015		2020	
		Consumo Pb (kt) (e)	Países	Consumo Pb (kt) (e)	Países	Consumo Pb (kt) (e)	Países
1º	China	2.684	China	3.322	China	2.581	
2º	Austrália	477	Austrália	423	Austrália	362	
3º	EUA	203	Coreia do Sul*	208	Coreia do Sul*	343	
4º	Coreia do Sul*	116	EUA	183	EUA**	306	
5º	Alemanha*	95	Alemanha*	129	Alemanha*	104	
	Brasil***	3	Brasil***	0	Brasil***	0	

Fontes: MCS (2022); MCS (2017) e MCS (2012).

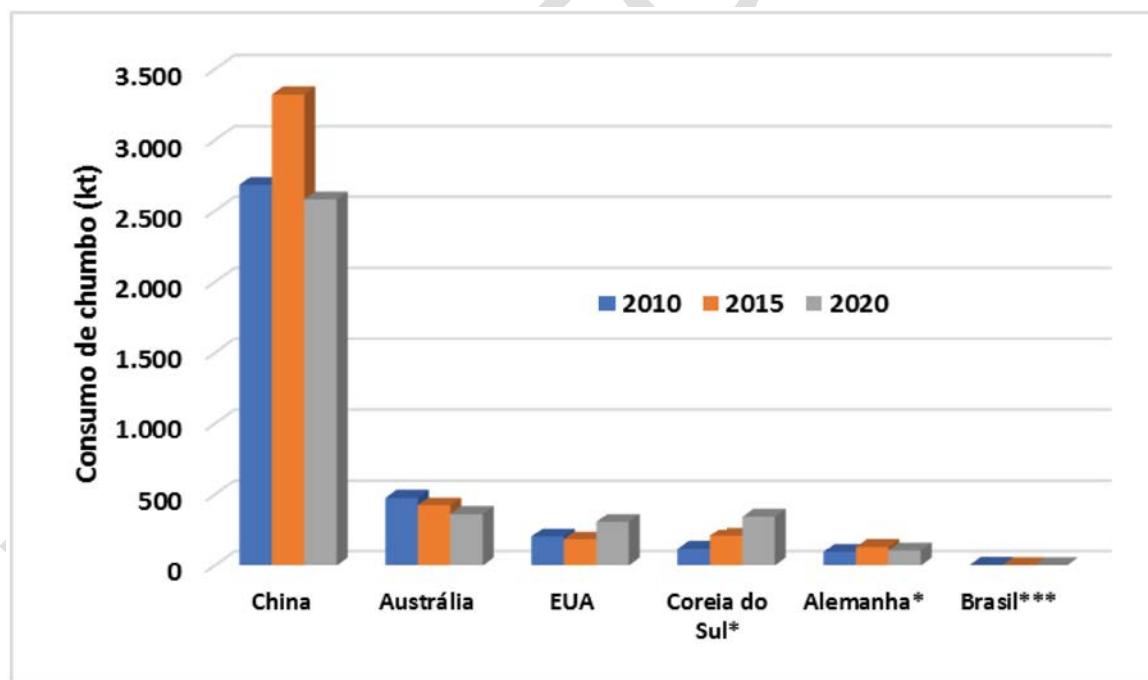
Notas: (e) – Estimado, Consumo aparente = produção + importações – exportações. Estoques não foram considerados na conta, por isso consumo negativo foi zerado

* Sem produção declarada

** Sem importação/exportação declarada

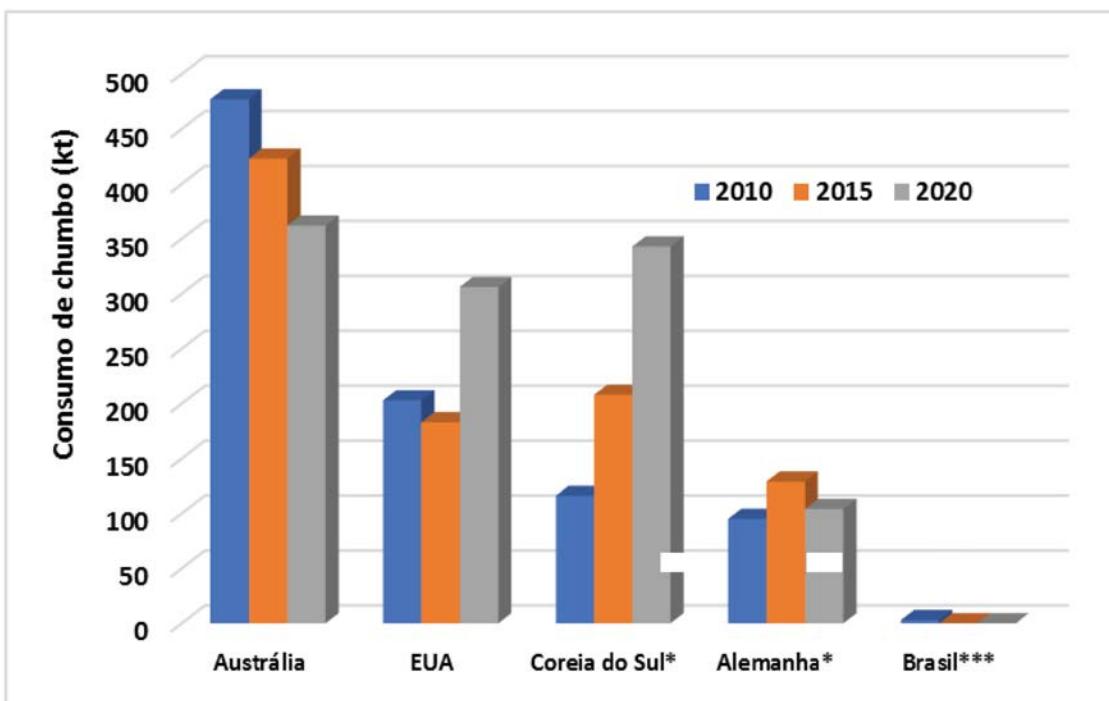
*** AMB, (2022) e COMEXSTAT MDIC, (2022).

Figura 6a. Principais consumidores mundiais de chumbo.



Fontes: MCS (2022); MCS (2017) e MCS (2012); AMB (2022) e COMEXSTAT MDIC (2022).

Figura 6b. Principais consumidores mundiais de chumbo, exceto a China.



Fontes: MCS (2022); MCS (2017); MCS (2012); AMB (2022) e COMEXSTAT MDIC (2022).

No período 2010 a 2020, a China se isola como a maior consumidora de minério de chumbo, com 65% do consumo mundial, em 2020, com a Coréia do Sul em 2º lugar (13%). Ao longo da década, a melhor posição ocupada pelo Brasil foi a 13ª, em 2010. Regionalmente, o consumo se concentra na Ásia (84%), seguida pela Oceania (10%).

2.2.1.10.4. Importações de minério de chumbo

O Brasil não apresenta registros de importação de minério de chumbo. A Tabela 7 e a Figura 7 mostram a evolução no ranking mundial dos 5 países com maiores importações no mundo.

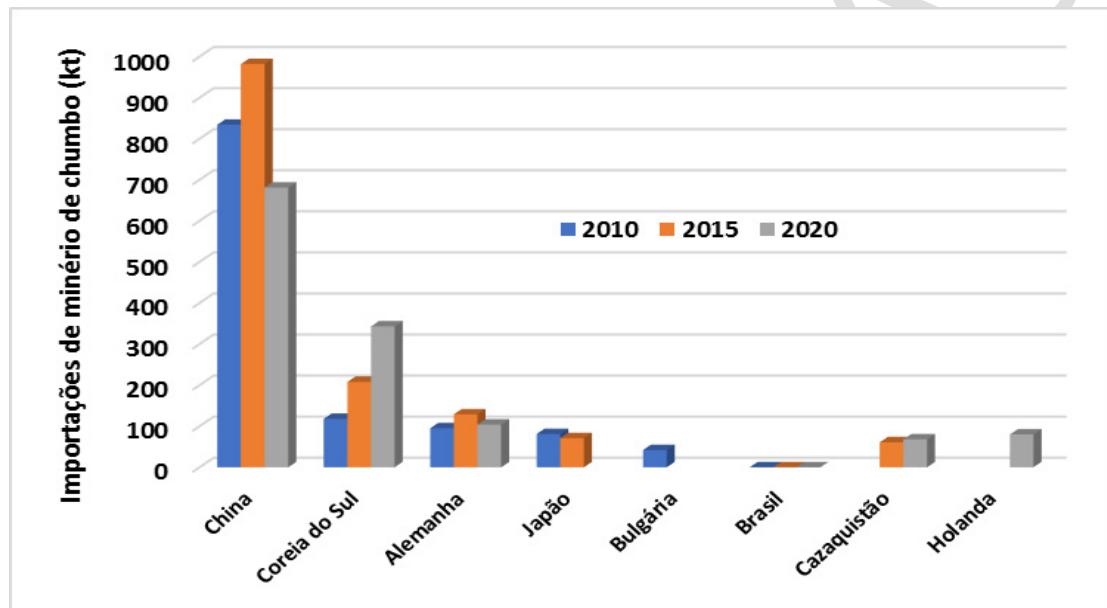
Tabela 7. Ranking dos principais importadores mundiais de chumbo.

Colocação	País	2010		2015		2020	
		Importação Pb (kt) ^(e)	País	Importação Pb (kt) ^(e)	País	Importação Pb (kt) ^(e)	País
1º	China	834	China	982	China	681	
2º	Coreia do Sul	118	Coreia do Sul	208	Coreia do Sul	343	
3º	Alemanha	95	Alemanha	129	Alemanha	104	
4º	Japão	81	Japão	71	Holanda	80	
5º	Bulgária	42	Cazaquistão	61	Cazaquistão	68	
	Brasil	0	Brasil	0	Brasil	0	
	Total	1.326	Total	1.695	Total	1.543	

Fonte: U11 (2022).

Nota: (e)- Estimado um teor de 52% de chumbo no concentrado de chumbo segundo ANM (2014)

Figura 7. Ranking dos principais importadores mundiais de minério de chumbo.



Fonte: U11 (2022).

As importações de minério de chumbo sofreram os impactos da desaceleração provocada pela crise sanitária trazida pela COVID-19. A redução do ritmo da indústria da construção desaqueceu a demanda por produtos baseados no chumbo. O mercado do chumbo também reflete recentes restrições ambientais impostas por países cujo objetivo é a sua substituição. Porém, as projeções apontam para a retomada das atividades, o que deverá provocar um aquecimento na demanda. As importações se concentraram na China, que respondeu por 44% do volume comercializado em 2020, e na Coreia do Sul, com 22% de participação nesse mercado.

2.2.1.10.5. Exportações de minério de chumbo

Em 2020, o Brasil se coloca na 24^a posição no ranking mundial de exportadores de chumbo. A Tabela 8 e a Figura 8 mostram a evolução no ranking mundial, juntamente com os 5 países com maiores exportações no mundo.

Tabela 8. Ranking dos principais exportadores mundiais de chumbo.

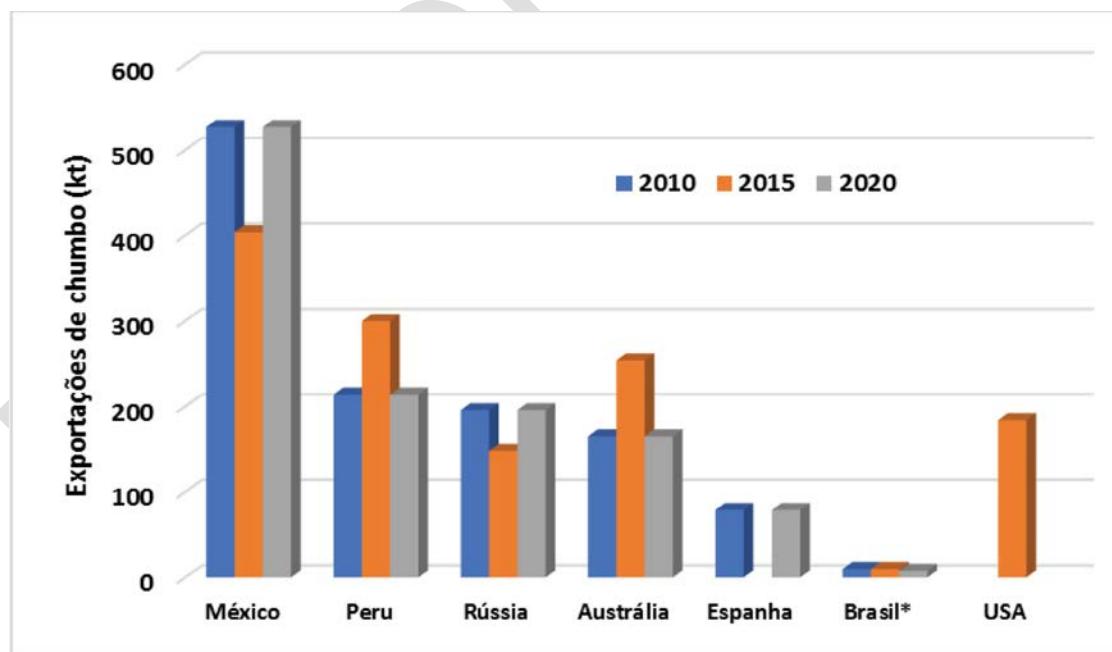
Colocação	País	2010		2015		2020	
		Exportação Pb (kt) ^(e)	País	Exportação Pb (kt) ^(e)	País	Exportação Pb (kt) ^(e)	País
1º	México	527	México	404	México	527	México
2º	Peru	214	Peru	300	Peru	214	Peru
3º	Rússia	196	Austrália	254	Rússia	196	Rússia
4º	Austrália	165	USA	184	Austrália	165	Austrália
5º	Espanha	79	Rússia	148	Espanha	79	Espanha
	Brasil (22º)*	10	Brasil (22º)	10	Brasil (24º)	8	Brasil
	Total	1.323	Total	1.826	Total	1.725	

Fontes: U12, (2022) e COMEXSTAT MDIC, (2022).

Notas: (e)- Estimado um teor de 52% de chumbo no concentrado de chumbo segundo ANM (2014)

* COMEXSTAT MDIC, (2022).

Figura 8. Principais exportadores mundiais de chumbo.



Fontes: U12 (2022) e COMEXSTAT MDIC (2022).

O México manteve seu protagonismo na exportação de chumbo, com cerca de 30% do mercado global. Conjuntamente com Peru, com 12%, e Rússia, com 11%, estes três países representaram 53% das exportações no ano de 2020. O mercado de baterias tem estimulado as exportações, e vem se configurando como um importante *driver* para as projeções de aumento da demanda global de chumbo.

2.2.1.10.6. Porte das Empresas e Geração de Empregos

A Tabela 9 apresenta o panorama das principais empresas produtoras de minério de chumbo no Brasil, por porte de produção, em 2020.

Tabela 9. Panorama das empresas produtoras de minério de chumbo no Brasil, por porte de produção, em 2020

Empresas de Médio Porte de Produção (<1Mta e > 100kta)				
Empresa	Produção	Estado	Empregos diretos	Empregos indiretos
Mineração Santa Elina Indústria e Comércio	955.840	RO	150	450
Total	955.840	Brasil	150	450
Empresas de Pequeno Porte de Produção (<100kta e > 10kta)				
Empresa	Produção	Estado	Empregos diretos	Empregos indiretos
Nexa Recursos Minerais*	13.281	MG	20**	80**
Total	13.281	Brasil	20	80
Total das Empresas por Porte de Produção (<100kta e > 10kta)				
Porte	Produção	Brasil	Empregos diretos	Empregos indiretos
Médio	955.840		150	450
Pequeno	13.281		20	80
Total	969.120	Brasil	170	530

Fontes: ANM (2022).

Notas: * As operações da NEXA, que produzem minério de chumbo, foram consideradas de pequeno porte

** Estimados a proporcionalmente à produção

De acordo com os dados analisados, observa-se que a extração de minério de chumbo brasileira apresenta uma operação de médio porte e uma de pequeno porte, sendo que a produção na operação de médio porte representa cerca de 98% da produção total. Em termos de localização, a atividade de extração de chumbo ocorre predominantemente no Estado de RO.

2.2.1.10.7. Porte dos Projetos em Andamento e/ou Previstos e Geração de Empregos

Segundo a base de dados ANM, há 25 requerimentos de lavra para chumbo, indicando possíveis projetos no futuro: 5 projetos da Nexa em Paracatu/MG e Vazante/MG; 4 projetos da Vale Metais Básicos S.A. em Marabá/PA, Parauapebas/PA e São Félix do Xingu/PA; 3 requerimentos da Companhia Baiana de Pesquisa Mineral (CBPM) em Castro Alves/BA (2) e Mundo Novo/BA; 3 projetos da VALE S.A. em Parauapebas/PA e Porteirinha/MG; 3 projetos da Mineração Santa Maria em Bagé/RS e Caçapava do Sul/RS; 1 projeto da Votorantim Cimentos em Adrianópolis/PR; 1 projeto da Suzel Mineração em Maués/AM; 1 projeto da Jargramar Granitos em Conceição do Mato Dentro/MG; 1 projeto da Mineração Dardanelos em Aripuanã/MT; 1 projeto da Calcário Urucu em Urucu/GO; 1 projeto da Mineração João Pinheiro em João Pinheiro/MG; 1 projeto da Jari Mineração em Monte Alegre/PA. Não há, no entanto, para os possíveis projetos acima, anúncios públicos de início de operação, produção prevista, ou geração de empregos.

2.2.1.10.8. Projeções para o Brasil até 2050

As projeções da produção brasileira de chumbo para o Brasil, até 2050, são apresentadas na Tabela 10 e na Figura 9a, 9b e 9c.

Tabela 10. Projeções da produção brasileira até 2050, em toneladas de chumbo contidas em minério

	2022	2026	2030	2034	2038	2042	2046	2050
Reservas Medi-das Pb (kt conti-das) (1)	515	510	504,72	499,16	493,32	487,2	480,8	474,12
Produção (kt) (2) (3)	5,00	5,28	5,56	5,84	6,12	6,40	6,68	6,96
Consumo aparen-te (kt) (3) (4)	0	0	0	0	0	0	0	0
Importações (kt) (3)	0	0	0	0	0	0	0	0
Exportações (kt) (3)	5,0	5,2	5,3	5,5	5,7	5,9	6,1	6,3

CPRM - PNM 2050
Caderno 2 – Pesquisa e Produção Mineral

Empregos diretos (3) (4)	170	419	476	541	615	698	793	901
Empregos indiretos (3) (4)	530	894	1.015	1.153	1.310	1.488	1.691	1.921

Notas:

- (1) Considerando as reservas medidas e indicadas publicadas pela ANM
- (2) Considerando as produções das empresas já em operação e os novos projetos divulgados voltados ao crescimento da produção.
- (3) Considerando crescimento global médio do mercado de 3.24% aa até 2050 (conforme previsões globais para Chumbo do World Bank, 2020).
- (4) Considerando acréscimo de produção e empregos com a entrada dos novos projetos previstos para 2021/2022

Figura 9a. Projeções das reservas medidas e indicadas para o Brasil, até 2050, em toneladas de chumbo contidas em minério

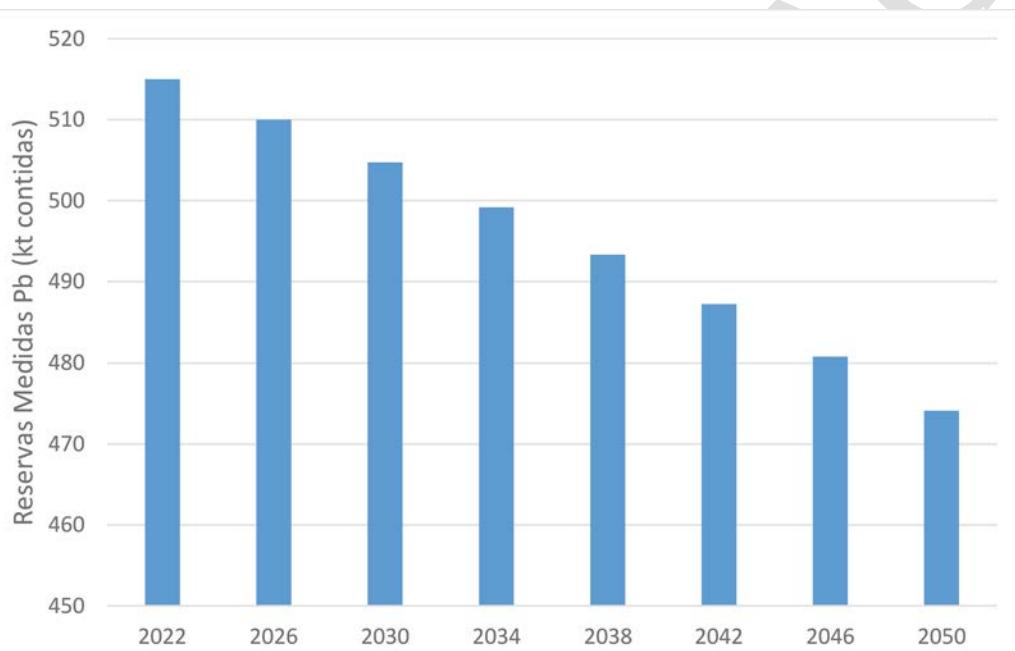


Figura 9b. Projeções da produção e das exportações, para o Brasil, até 2050, em toneladas de chumbo contidas em minério

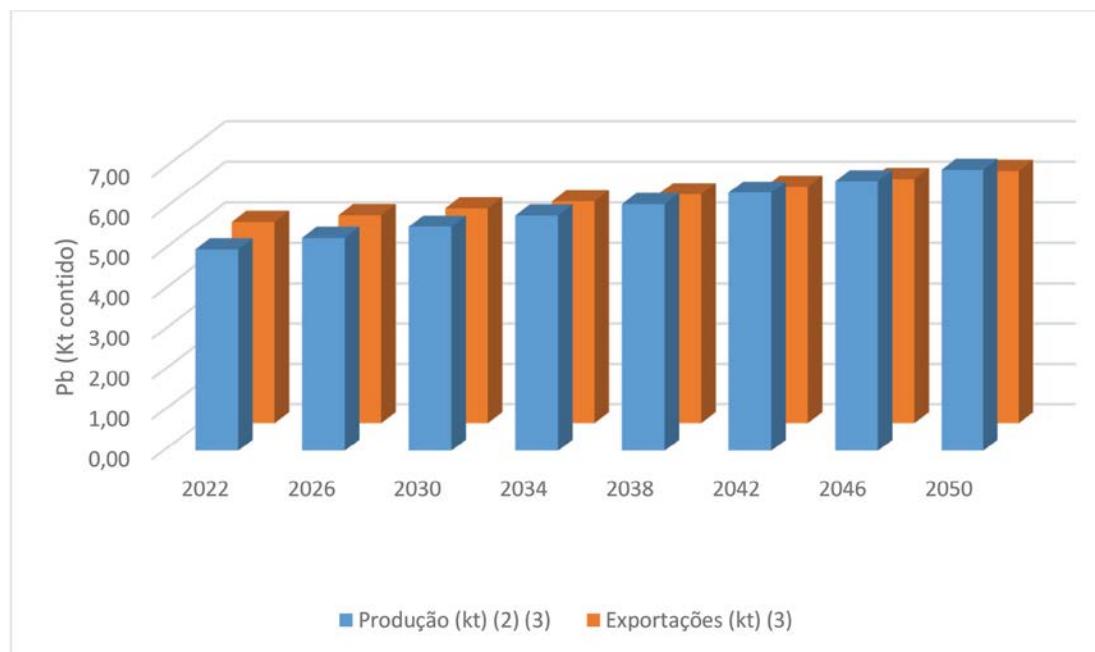
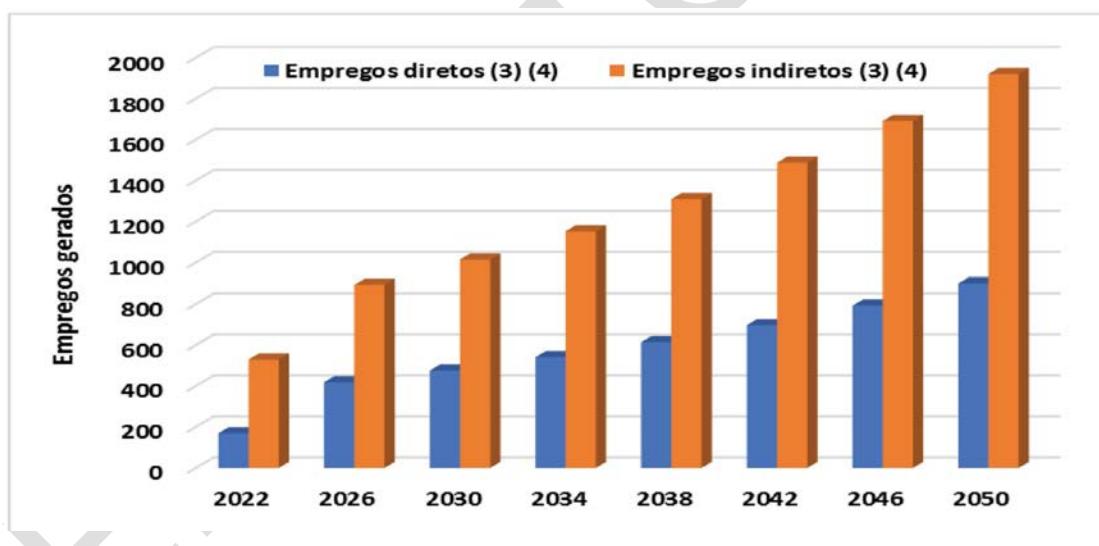


Figura 9c. Projeções da geração de empregos diretos e indiretos na produção brasileira de chumbo, até 2050.



2.2.1.10.9. Projeções para o mundo até 2050

As projeções do mercado mundial de chumbo até 2050, são apresentadas na Tabela 11 e na Figura 10.

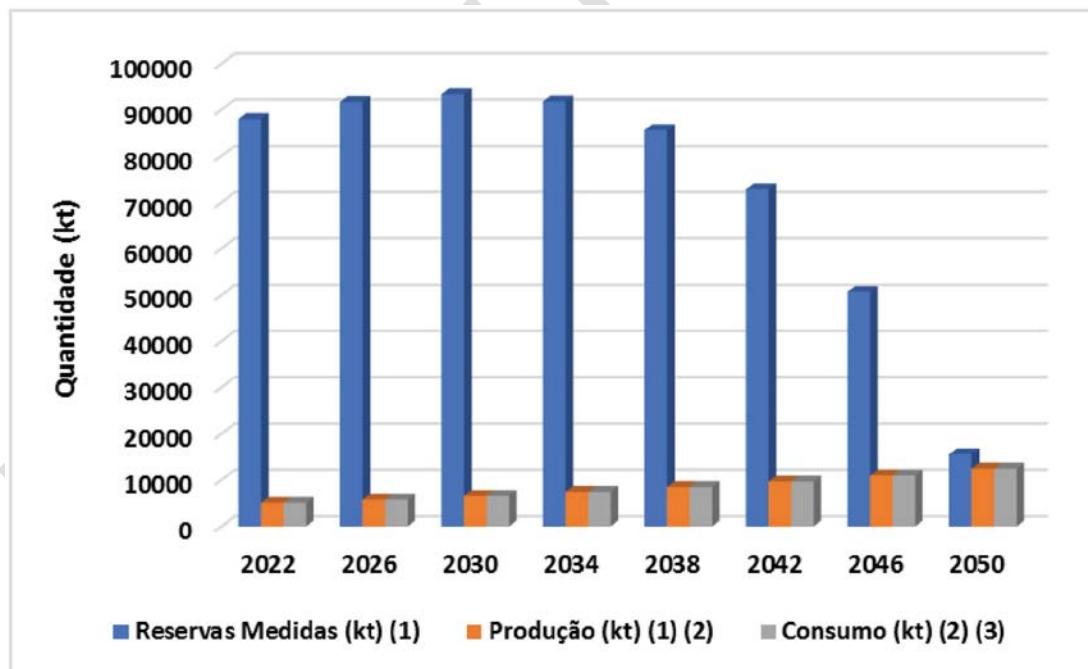
Tabela 11. Projeções do mercado mundial de chumbo até 2050, em toneladas de chumbo contidas em minério

	2022	2026	2030	2034	2038	2042	2046	2050
Reservas Medi-das (kt) (1)	88.000	91.692	93.314	91.783	85.624	72.831	50.703	15.607
Produção (kt) (1) (2)	5.090	5.782	6.569	7.463	8.478	9.631	10.941	12.430
Consumo (kt) (2) (3)	5.090	5.782	6.569	7.463	8.478	9.631	10.941	12.430

Notas:

- (1) Considerando a produção global e as reservas estimadas pela USGS, 2022, com reposição anual de 7% de novas reservas globais, o que pode ser alcançado por exemplo, com o aproveitamento crescente de chumbo a partir de minas poli metálicas
- (2) Considerando crescimento global médio do mercado de 3.24% aa até 2050 (conforme previsões globais para Chumbo do World Bank, 2020).
- (3) Considerando que a produção acompanhará o consumo

Figura 10. Projeções do mercado mundial de chumbo até 2050, em toneladas de chumbo contidas em minério.



Lista de referências:

ANM 2020 – Dados internos ANM.

U11 2022: United Nations Department of Economic and Social Affairs | Comtrade Database. SH (4): 2607.

U12 2022: United Nations Department of Economic and Social Affairs | Comtrade Database. SH (4): 2607.

AMB 2022: Anuário Mineral Brasileiro em https://app.anm.gov.br/DadosAbertos/AMB/Producao_Bruta.csv

MCS 2012: MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2012, USGS em <https://s3-us-west-2.amazonaws.com/prd-wret/assets/palladium/production/mineral-pubs/mcs/mcs2012.pdf>

MCS 2017: MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2017, USGS em <https://s3-us-west-2.amazonaws.com/prd-wret/assets/palladium/production/mineral-pubs/mcs/mcsapp2017.pdf>

MCS 2021: MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2021, USGS em <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2021/mcs2021.pdf>

MCS 2022: MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2022, USGS em <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022.pdf>

ANM 2022: Dados Abertos Arrecadação CFEM em <https://app.anm.gov.br/DadosAbertos/ARRECADACAO/>

Comexstat 2022: Exportação e Importação Geral. SH (4): 2607 em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>

WBA: The World Bank. “Minerals for Climate Action: The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition”, 2020. <https://www.commdev.org/wp-content/uploads/pdf/publications/MineralsforClimateActionTheMineralIntensityoftheCleanEnergyTransition.pdf>

ANM 2014: Sumário Mineral Brasileiro 2014 em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral/sumario-mineral-brasileiro-2014/view>

PLANO NACIONAL DE MINERAÇÃO 2050
PNM 2050**SINOPSE 11. Minério de cobre****CADERNO 2: Pesquisa e Produção Mineral**

SINOPSE 11. Minério de cobre	208
2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira.....	209
2.2.1. Tipo de Minério.....	209
2.2.1.11. Minério de cobre	209
2.2.1.11.1. Reservas de cobre.....	209
2.2.1.11.2. Produção do cobre	212
2.2.1.11.3. Consumo de cobre	214
2.2.1.11.4. Importações de cobre	217
2.2.1.11.5. Exportações de cobre	218
2.2.1.11.6. Porte das Empresas e Geração de Empregos referidos à mineração e concentração de cobre	219
2.2.1.11.7. Porte dos Projetos em Andamento e/ou Previstos e Geração de Empregos referidos à mineração e concentração de cobre.	221
2.2.1.11.8. Projeções para o Brasil até 2050	222
2.2.1.11.9. Projeções para o mundo até 2050	224

2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira

2.2.1. Tipo de Minério

Metálicos Não-Ferrosos

2.2.1.11. Minério de cobre

Cobre é o metal há mais tempo utilizado pelo homem, ao longo da história. O Período Calcolítico e a Idade do Bronze, nos primórdios da civilização caracterizam épocas em que seu uso era praticamente exclusivo. Com o advento do ferro, o uso generalizado do cobre foi cedendo espaço para aquele metal e o emprego do cobre foi se especializando, direcionado às aplicações onde a sua maleabilidade e capacidade de condução de energia elétrica e térmica são requisitos essenciais. Assim sendo, em aplicações referentes à condução de energia elétrica e térmica, o emprego do cobre predomina sobre outros metais e o mantém em uma posição de destaque. A recente tendência de reconfiguração da matriz energética indica que a demanda do metal tende a um crescimento elevado no futuro próximo. Os principais grupos do minério de cobre são os sulfetados (calcopirita, calcocita e bornita), oxidados (cuprita), carbonatados (azurita) e silicatados (crisocola). No Brasil, as reservas de cobre são, em sua grande maioria, constituídas por minerais sulfetados (ROCIO et. al., 2012).

2.2.1.11.1. Reservas de cobre

As reservas medidas e indicadas no Brasil de minério de cobre, até 2020, foram de 11,2 Mt de cobre contido (ANM, 2020), com distribuição no território nacional conforme mostrado na Tabela 1 e na Figura 1.

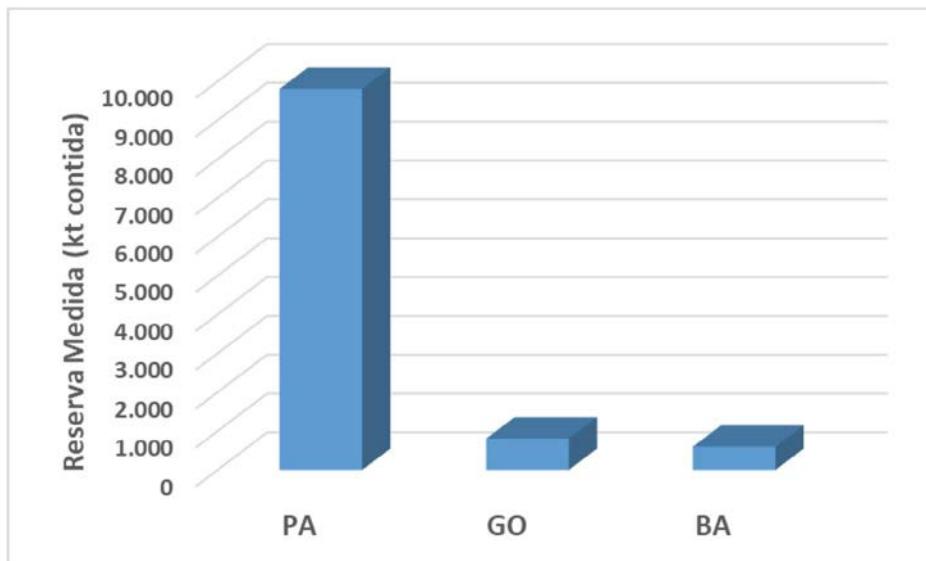
Tabela 1. Reservas brasileiras de cobre, por estado, até o ano de 2020, em kt contida.

Estado	Reserva Medida (kt _{cont}) *
PA	9.808
GO	806
BA	598
BRASIL	11.212

Fonte: ANM, (2020).

Nota: * Embora os dados relativos a reservas as considerem como medidas, indicadas e inferidas, é importante ressaltar que, a partir de 2022, as classificações obedecerão ao estabelecido pela “Resolução nº 94, de 7 de fevereiro de 2022, do Ministério de Minas e Energia, Agência Nacional de Mineração”

Figura 1. Reservas brasileiras de cobre, por estado, até o ano de 2020.



Fonte: ANM, (2020).

A predominância das reservas conhecidas de cobre no Brasil é de minério sulfetado. Estas reservas estão fortemente concentradas no Pará, onde estão as principais minas produtivas, Salobo (Marabá - PA) e Sossego (Canaã dos Carajás - PA). A jazida do Salobo é uma das maiores do país, com um minério de baixo teor de calcopirita. No caso da jazida de Sossego, o minério tem características compatíveis com a rota pirometalúrgica convencional, diferente da hidrometalurgia dos minerais oxidados. No entanto, a reserva conhecida de Sossego, com exaustão prevista para 2028, é bem menor que a do Salobo. Apesar das reservas atuais de Goiás serem relativamente modestas, o estado apresenta um potencial promissor, podendo atingir patamares mais elevados. As reservas da Bahia são pequenas, e podem ser consideradas especificamente da Mineração Caraíba. Finalmente, há que se considerar que uma das razões da distribuição não equilibrada das reservas de cobre no país é devido às pesquisas concentradas na província mineral de Carajás. É razoável supor que a intensificação da pesquisa mineral de cobre em outras regiões brasileiras venha a alterar esta configuração.

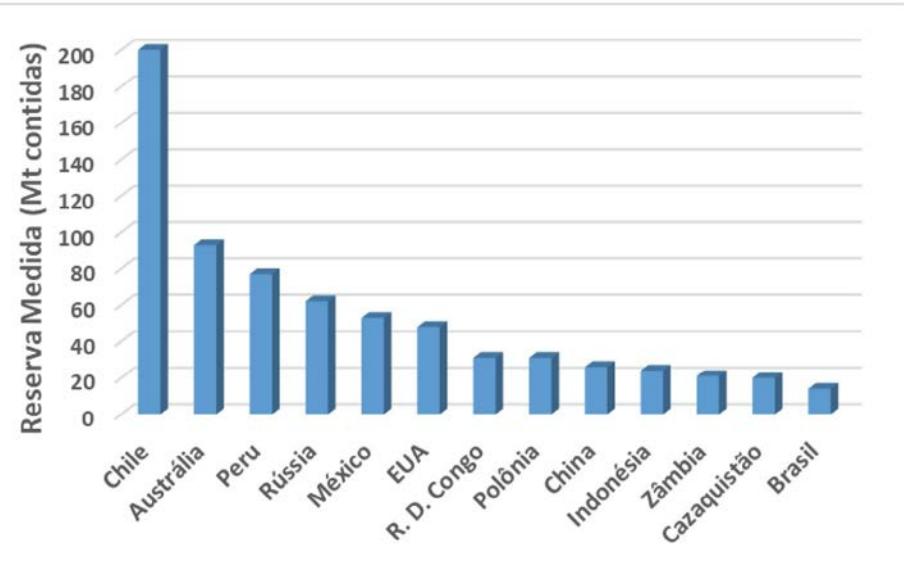
Estas reservas colocam o Brasil, no ano de 2020, na 13^a posição no ranking mundial em reservas medidas de cobre contido, conforme mostrado na Tabela 2 e na Figura 2.

Tabela 2. Ranking dos principais detentores mundiais das reservas de cobre, no ano de 2020

Colocação	País - 2020	Reserva Medida (Mt)
1º	Chile	200
2º	Austrália	93
3º	Peru	77
4º	Rússia	62
5º	México	53
6º	EUA	48
7º	R. D. Congo	31
8º	Polônia	31
9º	China	26
10º	Indonésia	24
11º	Zâmbia	21
12º	Cazaquistão	20
13º	Brasil	14
	Total	880

Fontes: USGS, (2022) e ANM, (2020).

Figura 2. Principais detentores mundiais das reservas de cobre, no ano de 2020



Fontes: USGS, (2022) e ANM, (2020).

Observa-se uma concentração das reservas conhecidas no Chile, Austrália, Peru e Rússia. Atualmente, há um número limitado de reservas de classe mundial de cobre no mundo, mas há um bom potencial de aumento a médio e a longo prazo. Dentro

deste contexto, pode-se prever um aumento significativo das reservas brasileiras. Atualmente a única reserva de classe mundial no Brasil é a de Salobo. Não estão computadas reservas de minério oxidado, cujo potencial ainda não é conhecido.

2.2.1.11.2. Produção do cobre

A produção no Brasil de cobre (expressa em cobre contido nos concentrados), a cada ano, desde 2010 até 2020, é mostrada na Tabela 3 e na Figura 3, por estado da federação e com os totais consolidados para o país.

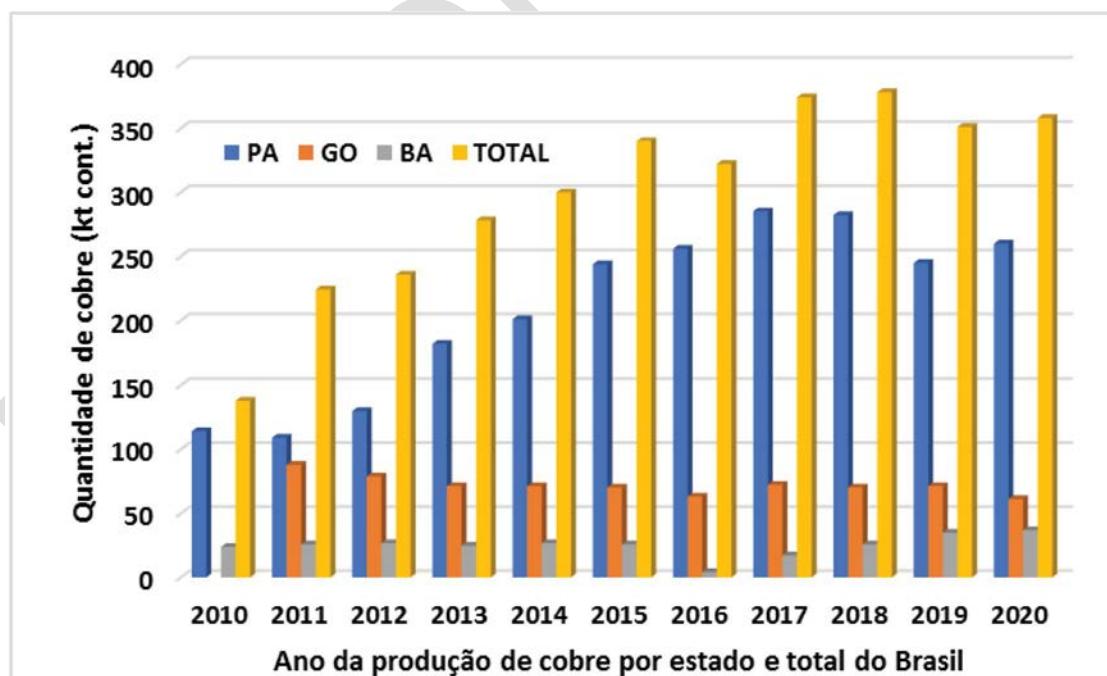
Tabela 3. Produção brasileira de cobre, por estado, desde 2010 até o ano de 2020.

Estado	Produção de cobre (kt contidas)*										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PA	114	109	130	182	201	244	256	285	282	245	260
GO	-	88	79	71	71	70	63	72	70	71	61
BA	24	26	27	25	27	26	4	17	26	35	37
TO-TAL	138	224	236	278	300	340	322	374	378	351	358

Fontes: AMB, (2011 - 2021).

*Nota: * Considerando o teor médio dos concentrados de 29%*

Figura 3. Produção brasileira, por estado, de cobre, desde 2010 até o ano de 2020.



Fontes: AMB, (2011 - 2021).

A produção da Bahia se destina quase exclusivamente ao mercado interno (Caraíba Metais) e as do Pará e Goiás, primordialmente ao mercado externo. Em termos de concentrado, pode-se dizer que o país seria autossuficiente no metal, mas, por razões várias, mais de 90% deste é exportado, enquanto o metal é importado. A distribuição da produção é, em princípio, a mesma das reservas. No entanto, no caso específico das duas jazidas do Pará, a produção de Sossego é maior que a de Salobo. Isto se deve às melhores características do minério da primeira, conforme já mencionado.

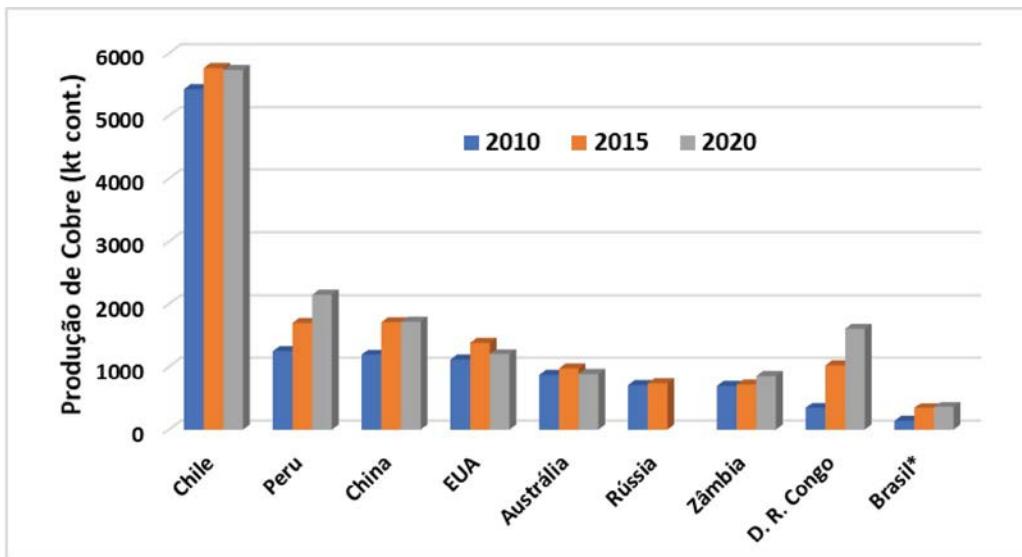
Essa produção não coloca o Brasil, no ano de 2020, nas principais posições no ranking mundial de produtores de cobre. A Tabela 4 e a Figura 4 mostram sua evolução no ranking mundial, juntamente com os 7 países com maiores produções no mundo. Os valores são expressos em cobre contido. A produção mundial é estimada pelo USGS (2022) em 20,6 Mt de cobre contido.

Tabela 4. Ranking dos principais produtores mundiais de Concentrado de cobre, em kt de cobre contido.

Coloca- ção	2010		2015		2020	
	Países	Produção (kt cont ⁴)	Países	Produção (kt cont ⁴)	Países	Produção (kt cont ⁴)
1º	Chile	5.420	Chile	5.760	Chile	5.730
2º	Peru	1.250	China	1.710	Peru	2.150
3º	China	1.190	Peru	1.700	China	1.720
4º	EUA	1.110	EUA	1.380	D. R. Con- go	1.600
5º	Austrália	870	D. R. Con- go	1.020	EUA	1.200
6º	Rússia	703	Austrália	971	Austrália	885
7º	Zâmbia	690	Rússia	732	Zâmbia	853
8º	D. R. Con- go	343	Zâmbia	712	Rússia	810
	Brasil*	136	Brasil*	340	Brasil*	358

Fontes: *AMB, (2011 - 2021) e USGS, (2022).

Figura 4. Principais produtores mundiais de concentrado de cobre, em kt de cobre contido



Fontes: *AMB, (2011 - 2021) e USGS, (2022).

A produção de concentrado do Chile é a maior do mundo, mas esta correspondência não se verifica com relação aos demais países. Isto se deve a razões estratégicas, econômicas, comerciais e até políticas. Um outro ponto de destaque é a posição intermediária da Austrália como produtor, sem grandes variações, apesar de ser a detentora da segunda maior reserva mundial. Pode-se depreender daí a possibilidade de uma mudança de posição no futuro. Há que se ressalvar que os dados da Tabela 4 se referem apenas ao cobre contido em concentrados de minérios sulfetados. A produção dos minérios oxidados é limitada a usinas que utilizam rotas hidrometalúrgicas.

2.2.1.11.3. Consumo de cobre

O consumo aparente de cobre no Brasil, em toneladas de cobre contido, a cada ano, desde 2010 até 2020, é mostrado na Tabela 5 e na Figura 5, com os totais consolidados para o país. Os valores se referem ao cobre contido em concentrados de minérios sulfetados.

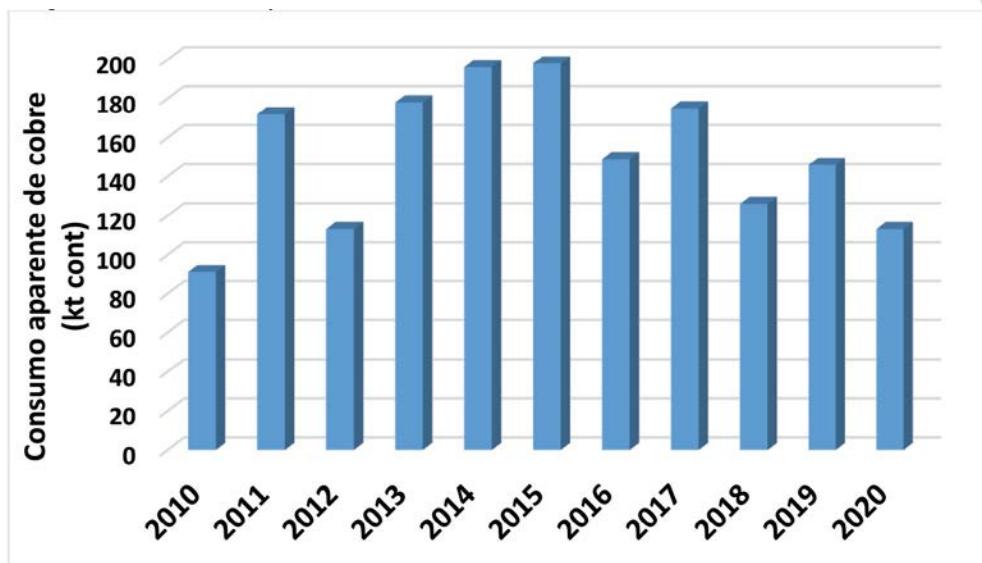
Tabela 5. Consumo brasileiro anual de cobre, desde 2010 até o ano de 2020

Consumo aparente de cobre (kt contidas de cobre) ^(e)											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
BRA-SIL	91	172	113	178	196	198	149	175	126	146	113

Fontes: AMB, (2022) e COMEXSTATS MDIC, (2022).

Nota: (e) - Consumo aparente = Produção + Importação – Exportação.

Figura 5. Consumo aparente brasileiro de concentrado de cobre, de 2010 a 2020.



Fontes: AMB, (2022) e COMEXSTATS MDIC, (2022).

O consumo de concentrado no país se resume ao da Caraíba Metais, a única produtora de cobre metálico a partir de concentrados sulfetados. A maior parte do concentrado consumido na unidade é importada. Existe, no entanto, a possibilidade de implantação de unidades de metalurgia no Pará, condicionadas a diversos fatores, com destaque para o custo da energia.

O Brasil consome em torno de 3% da produção mundial de cobre contido em concentrados. A Tabela 6 e a Figura 6 mostram sua evolução no ranking mundial, juntamente com os 6 países maiores consumidores no mundo. A Tabela 6 foi elaborada com os dados de produção da USGS (2022), em conjunto com os dados de importação e exportação do U01 (2022). Dessa forma, para estimar o consumo mundial de cobre, os dados foram convertidos utilizando o teor médio de cobre contido nos concentrados brasileiros de 29%.

Dentre os grandes produtores de concentrados de cobre, apenas Chile e China estão entre os maiores consumidores de concentrados de cobre. Ou seja, os grandes produtores de concentrado de cobre não figuram entre os grandes processadores, para a produção do metal. Portanto, os países/regiones com alto desenvolvimento tecnológico são dependentes de fontes externas, ou seja, esses países são processadores de concentrado, mas com produção própria muitas vezes insuficiente.

Tabela 6. Ranking dos principais consumidores mundiais de concentrado de cobre.

Colocação	País	2010		2015		2020	
		Consumo (kt cont.) ^(e)	País	Consumo (kt cont.) ^(e)	País	Consumo (kt cont.) ^(e)	País
1º	Chile	5.018	China	5.568	China	8.055	
2º	China	3.082	Chile	5.055	Chile	4.900	
3º	Japão*	1.553	Japão*	1.397	Japão*	1.516	
4º	EUA	1.083	EUA	1.279	EUA	1.221	
5º	Rússia	713	Rússia	793	Rússia	827	
	Brasil**	91	Brasil**	198	Brasil**	113	

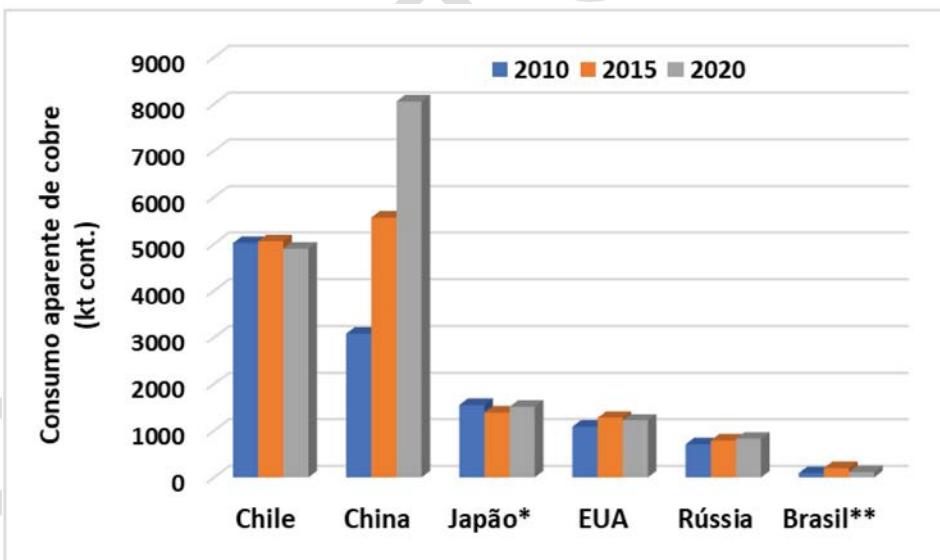
Fontes: USGS, (2022); U01, (2022); AMB, (2022) e Comexstat, (2022).

Notas: *Sem produção reportada

**AMB, (2022) e Comexstat, (2022).

(e) - Consumo aparente = Produção + Importação – Exportação.

Figura 6. Principais consumidores mundiais de concentrado de cobre, em kt contidas de cobre.



Fontes: USGS, (2022); U01, (2022); AMB, (2022) e Comexstat, (2022).

2.2.1.11.4. Importações de cobre

O volume de importações coloca o Brasil, no ano de 2020, na 11^a posição no ranking mundial de importadores de cobre contido em concentrados. A Tabela 7 mostra sua evolução no ranking mundial e a Figura 7 mostra os principais países importadores de concentrado de cobre, nos anos de 2010, 2015 e 2020.

A China, o Japão e a Coréia do Sul são os principais importadores de cobre contido em concentrados, com um grande destaque para a China. De um modo geral, a prática normal é a de se utilizar de concentrados de várias origens, que são mesclados, para se ter uma homogeneidade de características e uma minimização de custos. Como já mencionado, a complementação das necessidades da Caraíba Metais, no Brasil, é originada de fontes externas.

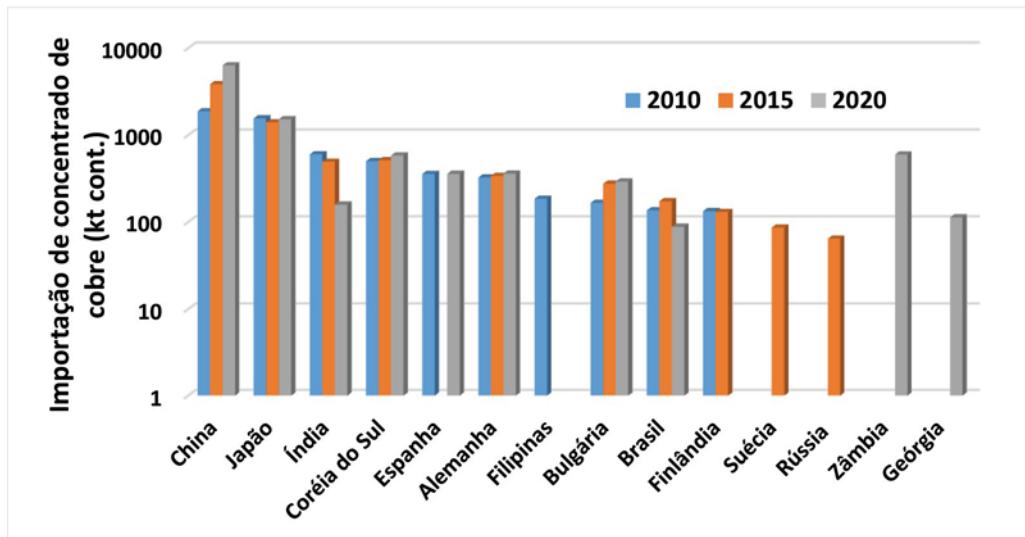
Tabela 7. Ranking dos principais importadores mundiais de concentrado de cobre, em kt contidas de cobre.

Colocação	País	2010		2015		2020	
		Importação (kt cont.) ^(e)	País	Importação (kt cont.) ^(e)	País	Importação (kt cont.) ^(e)	País
1º	China	1.875	China	3.838	China	6.312	
2º	Japão	1.553	Japão	1.397	Japão	1.516	
3º	Índia	600	Coreia do Sul	513	Zâmbia	597	
4º	Coreia do Sul	501	Índia	492	Coreia do Sul	581	
5º	Espanha	356	Alemanha	338	Alemanha	359	
6º	Alemanha	325	Bulgária	275	Espanha	357	
7º	Filipinas	185	Brasil	173	Bulgária	291	
8º	Bulgária	166	Finlândia	130	Índia	158	
9º	Brasil	136	Suécia	86	Geórgia	113	
					Brasil (11º)	88	

Fonte: U01, (2022).

Nota: (e) – Estimado, considerando um teor médio de 29% de cobre contido no concentrado

Figura 7. Principais importadores mundiais de concentrado de cobre, em kt contidas de cobre.



Fonte: U01, (2022).

2.2.1.11.5. Exportações de cobre

O volume de exportações coloca o Brasil, no ano de 2020, na 8^a posição no ranking mundial de exportadores de cobre contido em concentrados. A Tabela 8 e a Figura 8 mostram sua evolução no ranking mundial, juntamente com os 8 países com maiores exportações no mundo.

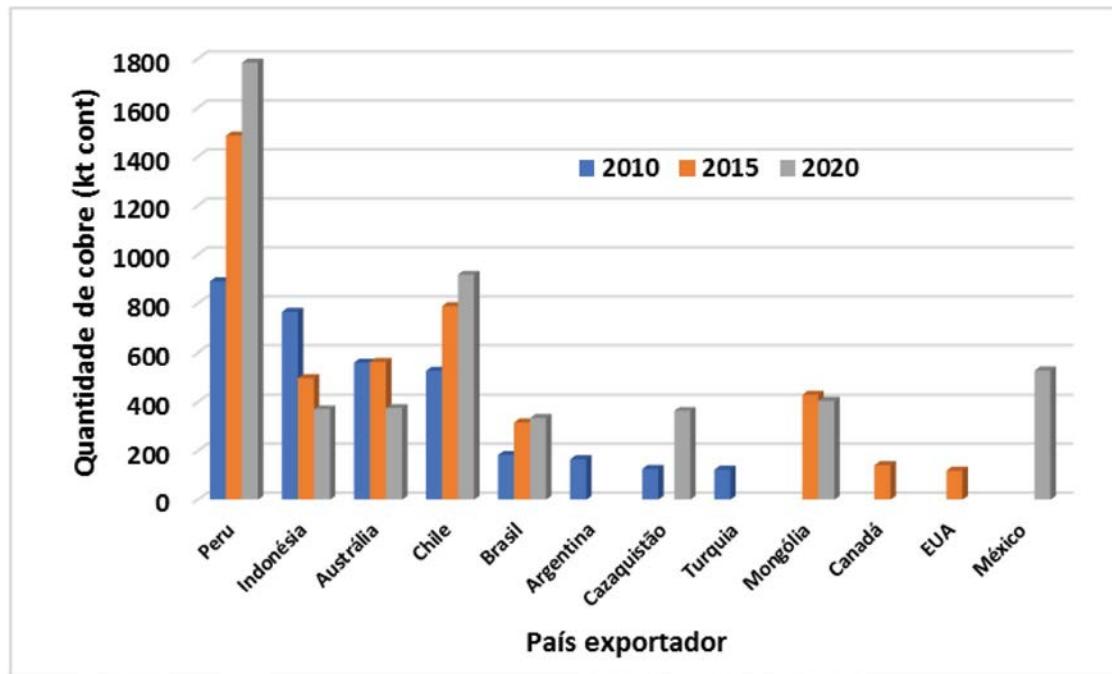
Tabela 8. Ranking dos principais exportadores mundiais de concentrados de cobre, em kt contidas de cobre.

Colocação	País	2010		2015		2020	
		Exportação (kt cont.) ^(e)	País	Exportação (kt cont.) ^(e)	País	Exportação (kt cont.) ^(e)	País
1º	Peru	889	Peru	1.486	Peru	1.784	Peru
2º	Indonésia	766	Chile	789	Chile	917	Chile
3º	Austrália	561	Austrália	564	México	527	México
4º	Chile	526	Indonésia	496	Mongólia	405	Mongólia
5º	Brasil	183	Mongólia	429	Austrália	375	Austrália
6º	Argentina	164	Brasil	315	Indonésia	370	Indonésia
7º	Cazaquistão	125	Canadá	140	Cazaquistão	363	Cazaquistão
8º	Turquia	122	EUA	118	Brasil	333	Brasil

(e) – Estimado, considerando um teor médio de 29% de cobre contido no concentrado

Fonte: U01, (2022).

Figura 8. Principais exportadores mundiais de concentrados de cobre, em kt contidas de cobre.



Fonte: U01, (2022).

O Brasil está relativamente bem-posicionado no elenco dos exportadores de cobre contido em concentrados, mas isto se deve, essencialmente, ao produto da mina do Sossego, de excelente qualidade. No entanto, há que se considerar que esta mina está próxima ao esgotamento. O primeiro lugar do Peru, como exportador de concentrado, indica uma menor capacidade relativa de fusão e refino, comparativamente ao Chile, por exemplo, que transforma em metal significativa parcela do cobre contido em sua produção de concentrado. Há que se considerar a tendência dos países produtores de concentrado agregarem valor mediante a verticalização da sua produção, como é feito em grande parte pelo Chile, mas as condições comerciais do concentrado são, em muitos casos, mais atrativas que a do metal.

2.2.1.11.6. Porte das Empresas e Geração de Empregos referidos à mineração e concentração de cobre

A Tabela 9 mostra um panorama das empresas produtoras de concentrados de cobre no Brasil, no ano de 2020, conforme seu porte, em termos de produção de ROM, e listando ainda os estados da federação onde estão instalados suas operações e os números de empregos diretos e indiretos gerados.

Tabela 9. Panorama das empresas produtoras de cobre no Brasil, por porte de produção, no ano de 2020, em t ROM.

Empresas de Grande Porte de Produção (>1Mta)					
Empresa	Produção (t ROM)	Estado	Empregos diretos	Empregos indiretos	Ref
VALE S.A.	77.529.782	PA	10.000	20.000	Estimado*
MINERAÇÃO MARACÁ	14.607.060	GO	5.000	10.000	Estimado*
MINERACAO CARAIBA S/A	8.171.782	BA	3.291**	6.582	Informado pela empresa
AVB MINERACAO LTDA.	1.736.504	PA	1.000	2.000	Estimado*
Total	102.045.129	Brasil	19.291	38.582	

Empresas de Médio Porte de Produção (<1Mta e > 100kta)					
Empresa	Produção (t ROM)	Estado	Empregos diretos	Empregos indiretos	Ref
SERABI MINERAÇÃO S.A.	102.147	PA	500	1.000	Estimado*
Total	102.147	Brasil	500	1.000	

Total das Empresas por Porte de Produção (<100kta e > 10kta)					
Porte	Produção (t ROM)	Brasil	Empregos diretos	Empregos indiretos	Ref
Grande	102.045.129		19.291	38.582	
Médio	102.147		500	1.000	
Total	102.147.276	Brasil	19.791	39.582	

Nota: *Calculado com base na média de empregos diretos e indiretos médio do setor.

**Brasil Mineral (2021)

No Brasil, as empresas produtoras de minério e concentrado de cobre encontram-se concentradas no estado do Pará. Além dessas empresas, existem outros empreendimentos de menor porte, associados à produção de ouro, com o cobre sendo um subproduto. Em Goiás, atua a Mineração Maracá, controlada pela Lundin e operando a Mina da Chapada. Esta mina contempla a extração de

cobre e ouro. Na Bahia, destaca-se a Mineração Caraíba, é controlada pela Ero Copper e, em Alagoas, a Mineração Vale Verde (Mina do Serrote), controlada pela Appian Capital Advisory LLP.

2.2.1.11.7. Porte dos Projetos em Andamento e/ou Previstos e Geração de Empregos referidos à mineração e concentração de cobre.

A Tabela 10, abaixo, mostra um panorama dos projetos em andamento e/ou previstos para a produção de Concentrados de cobre no Brasil, com o ano de início, conforme seu porte, em termos de produção, e listando ainda os estados da federação onde estão instalados suas operações e os números de empregos diretos e indiretos previstos.

Tabela 10. Panorama dos projetos em andamento e/ou previstos para a produção de cobre no Brasil, por porte de produção, no ano de 2020.

Projetos de Grande Porte de Produção (>1Mta)				
Empresa e Ano de início do projeto	Produção Prevista (t ROM)	Estado	Empregos diretos previstos	Empregos indiretos previstos
Vale Salobo 3 (2022)	5.000.000	PA	1.500	3.000
Lundin (2025)	7.000.000	GO	2.100	4.200
Vale 118 (2040)	5.000.000	PA	1.500	3.000
Vale Alemão (2024-25)	6.000.000	PA	1.800	3.600
Vale Cristalino (2024-25)	8.000.000	PA	2.100	4.200
Total	31.000.000	Brasil	9.000	18.000
Total dos Projetos por Porte de Produção				
Porte dos Projetos e Ano de plena operação de todos	Produção Prevista (t ROM)	Estado	Empregos diretos previstos	Empregos indiretos previstos
Grande	31.000.000	PA/GO	9.000	18.000
Total	31.000.000	Brasil	9.000	18.000

Como se observa, a Vale, além de maior produtora, é a que tem o maior portfólio de projetos. O projeto Salobo 3, previsto para 2026, prevê um ritmo

de produção de 50 kt de concentrado/ano nos primeiros 5 anos, 42 kt de concentrado nos primeiros 10 anos e 36 kt de concentrado nos 22 anos da vida útil do empreendimento. Os projetos Salobo 4 (2040) e Sossego 4 (2040) ainda dependem da evolução das pesquisas em andamento. O projeto 118 (2040), situado a 4 quilômetros de Sossego, com previsão de produzir 50 kt toneladas de concentrado, contempla, na sua concepção inicial, uma unidade metalúrgica, produzindo catodos de cobre. O projeto Alemão (2030) também contempla uma unidade hidrometalúrgica. O projeto Cristalino, localizado a 40 quilômetros de Sossego, pode se beneficiar dos investimentos em infraestrutura de Sossego e 118. Além destes, a Vale tem outros projetos ainda em estágios preliminares.

Os outros projetos, fora aqueles da Vale, são da Mineração Caraíba, com projetos de pesquisa mineral de cobre na Bahia e Pará, como o projeto Vermelhos em Juazeiro/BA, projeto Suçuarana em Jaguarari/BA, projeto Angicos, em Curaçá/BA, além do projeto Boa Esperança, em Tucumã/PA. São previstos empreendimentos da OZ (Antas, Pedra Branca, Pantera), mas ainda sem detalhes disponíveis. Os empreendimentos da OZ objetivam ouro, com o cobre como subproduto.

Além destes cabe registrar os seguintes projetos em fase de pesquisa mineral e/ou avaliação de viabilidade econômica: Votorantim Metais (Caçapava do Sul/RS), Avanco Resources (Pedra Branca/PA e Rio Verde/PA), Aura Minerals (Mineração Vale Verde/AL), Lara (Mina Maravaia/PA, Planalto/PA e Liberdade/PA, este em associação com a Codelco). A Voyager Resources tem os projetos Salobo Sul e Primavera, tendo adquirido vários títulos minerários da Xstrata (adquirida pela Glencore). A Centaurus Metals também avalia os projetos Aurora e Parambu, no Ceará, e Salobo Oeste, no Pará.

2.2.1.11.8. Projeções para o Brasil até 2050

Os dados de estimativas das projeções para o Brasil, até 2050, são apresentados na Tabela 11 e Figuras 9a e 9b.

Tabela 11. Estimativas das projeções para o Brasil, até 2050.

	2022	2026	2030	2034	2038	2042	2046	2050
Reservas Medidas (kt contidas) (1)	11.200	11.970	12.597	12.993	13.037	12.573	11.394	9.230
Produção (kt contidas) (1) (2)	358	425	505	600	713	847	1.006	1.195
Consumo (kt contidas) (2)	113	134	159	189	225	267	318	377
Importações (kt contidas) (2)	88	105	124	148	175	208	247	294
Exportações (kt contidas) (2)	333	396	470	558	663	788	936	1.112
Empregos diretos (2)	7.500	8.910	10.584	12.574	14.937	17.745	21.080	25.042
Empregos indiretos (2)	15.000	17.819	21.169	25.148	29.874	35.490	42.160	50.085

Notas:

- (1) Considerando as reservas atualizadas para 2020, com depleção anual da produção e reposição de 5% aa com base nos novos projetos e na descoberta de novas jazidas.
- (2) Considerando o cenário de aumento da produção nacional conforme projeções de aumento da demanda de cobre segundo as Nações Unidas para 2050 (ONU 2022).

Figura 9a. Estimativas das projeções das reservas medidas para o Brasil, até 2050.

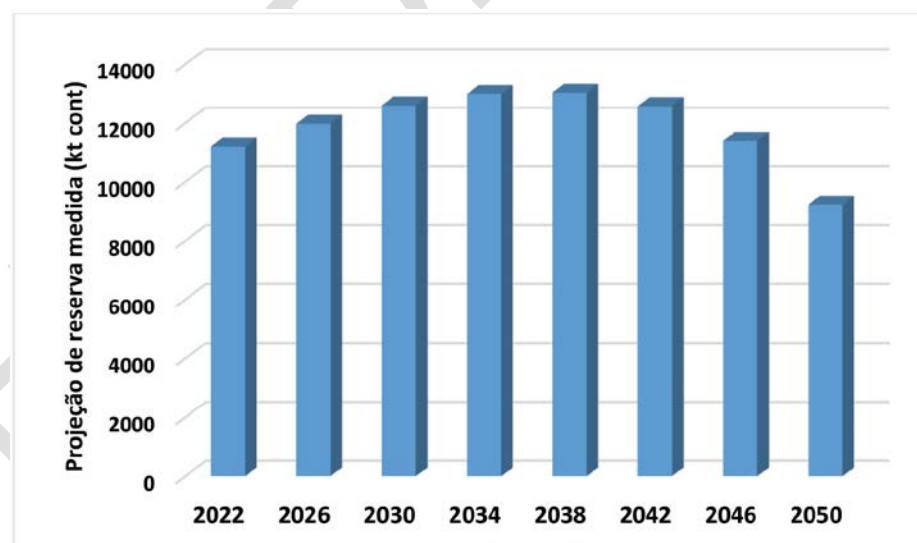
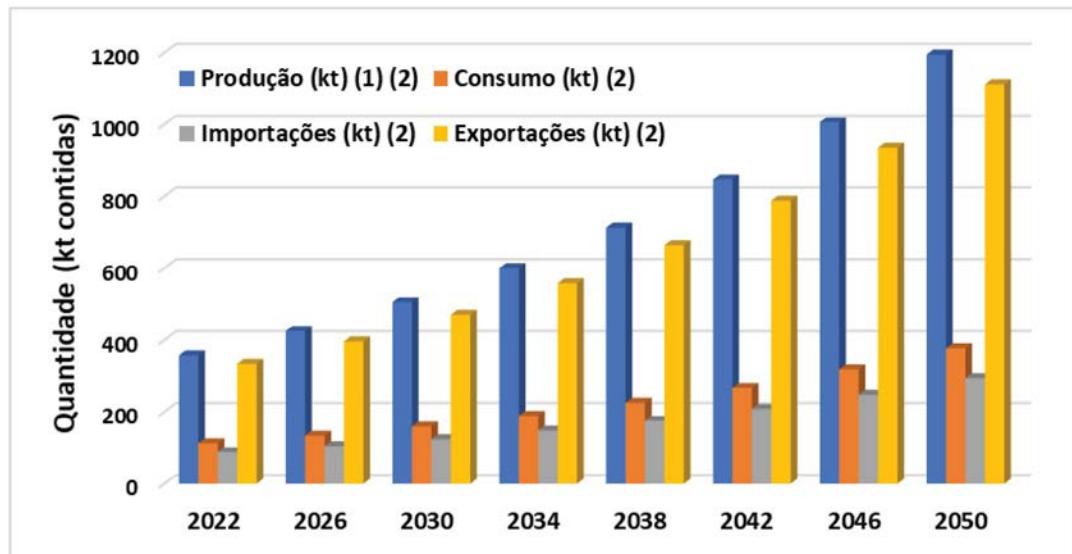


Figura 9b. Estimativas das projeções da produção, do consumo, das importações e das exportações para o Brasil, até 2050.



2.2.1.11.9. Projeções para o mundo até 2050

Os dados de estimativas das projeções para o mundo, até 2050, são apresentados na Tabela 12 e Figura 10

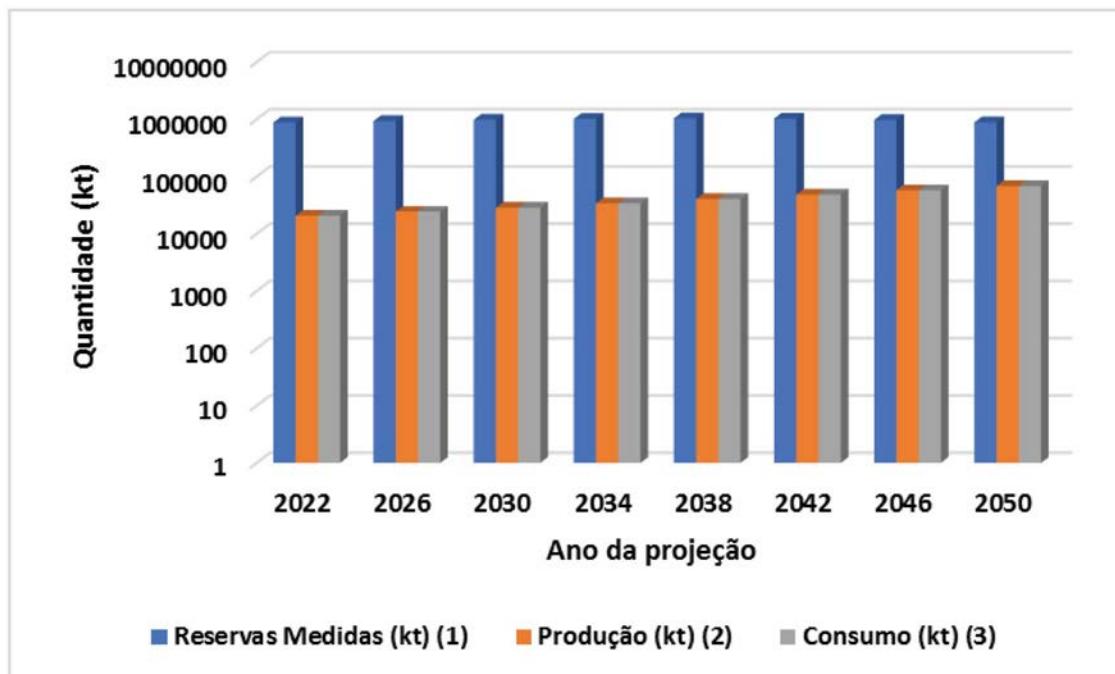
Tabela 12. Estimativas das projeções para o mundo, até 2050.

	2022	2026	2030	2034	2038	2042	2046	2050
Re-servas Medidas (kt) (1)	880.000	936.251	984.533	1.020.201	1.037.198	1.027.706	981.703	886.428
Produ- ção (kt) (2)	20.600	24.472	29.072	34.536	41.028	48.739	57.900	68.783
Consu- mo (kt) (3)	20.600	24.472	29.072	34.536	41.028	48.739	57.900	68.783

Notas:

- (1) Considerando as reservas atualizadas para 2020, com depleção anual da produção e reposição de 4% aa com base nos novos projetos e na descoberta de novas jazidas.
- (2) Considerando o cenário de aumento da produção mundial conforme projeções de aumento da demanda de cobre segundo as Nações Unidas para 2050 (ONU 2022).
- (3) Considerando que a produção acompanhará o consumo.

Figura 10. Estimativas das projeções para o mundo, até 2050.



O cobre está envolvido em todas as aplicações referidas a alternativas energéticas. A projeção da ONU (2022) para 2050 é de um aumento de mais de 300% na demanda de cobre contido. O crescimento das reservas, conforme já comentado anteriormente, está compatível com a projeção do consumo, mesmo sem contar com o potencial aproveitamento dos nódulos marinhos. Para efeito de projeção e com base nas tendências históricas considerou-se uma evolução potencial de crescimento das reservas medidas na média de 4% ao ano. A participação do Brasil, neste contexto, vai depender do desenvolvimento das prospecções minerais. No contexto geral, prevê-se uma crescente participação dos minérios oxidados, com a recuperação do metal pela rota hidrometalúrgica.

Há que se observar que as produções mostradas são referentes à produção de concentrados de minérios sulfetados.

Lista de referências:

- AMB 2011 – 2021: Anuário Mineral Brasileiro em:
<https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro>
- AMB 2022: Anuário Mineral Brasileiro em: https://app.anm.gov.br/DadosAbertos/AMB/Producao_Beneficiada.csv
- ANM 2020: Boletim do Setor Mineral 2020 [Julho] em:
<http://antigo.mme.gov.br/documents/36108/1006289/Boletim+do+Setor+Mineral++-+julho+2020/abcd81f-e8e6-dd16-243f-87e97f23f418?version=1.1>
- Brasil Mineral 2021: As Maiores Empresas do Setor Mineral. Edição Especial N 411. ISSN 0102-4728.
- Comexstat 2022: Exportação e Importação Geral. SH (4): 2603. em:
<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>
- EU 2022: EUROPEAN MINERALS YEARBOOK em:
<http://minerals4eu.brgm-rec.fr/m4eu-yearbook/>
- ONU 2022: Demand for copper could increase by 213–341% by 2050, and account for up to 2.4% of global energy demand, em:
https://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/copper_demand_increase_up_to_341pc_2050_470na1_en.pdf
- U01 2022: United Nations Department of Economic and Social Affairs | Comtrade Database. SH(4): 2603 (Copper ores and concentrates), em:
<https://comtrade.un.org/data/>
- USGS 2022: Copper Statistics and Information em:
<https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/copper-statistics-and-information>
- Rocio, M. A. R., Silva, M. M. D., Carvalho, P. S. L. D., & Cardoso, J. G. D. R. 2012: Perspectivas atuais da indústria de cobre no Brasil. BNDES Setorial, n. 36, set. 2012. em: <https://web.bnDES.gov.br/bib/jspui/handle/1408/1481>

PLANO NACIONAL DE MINERAÇÃO 2050
PNM 2050

SINOPSE 12. Minério de Cobalto

CADERNO 2: Pesquisa e Produção Mineral

SINOPSE 12. Minério de Cobalto.....	227
2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira	228
2.2.1. Tipo de Minério	228
2.2.1.12. Minério de cobalto.....	228
2.2.1.12.1. Reservas de cobalto	228
2.2.1.12.2. Produção de cobalto	230
2.2.1.12.3. Consumo do cobalto	233
2.2.1.12.4. Importações de cobalto	235
2.2.1.12.5. Exportações de cobalto	236
2.2.1.12.6. Porte das Empresas e Geração de Empregos do cobalto	237
2.2.1.12.7. Porte dos Projetos em Andamento e/ou Previstos e Geração de Empregos	237
2.2.1.12.8. Projeções para o Brasil até 2050 do cobalto	238
2.2.1.12.9. Projeções do cobalto para o mundo até 2050	241

2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira

2.2.1. Tipo de Minério

Metálicos não-ferrosos

2.2.1.12. Minério de cobalto

O cobalto não é encontrado em estado nativo, mas encontra-se associado aos minérios de chumbo, cobre, estanho, níquel, platina, paládio, prata, ouro e manganês. É utilizado na produção de superligas usadas em turbinas de aviões, ligas resistentes à corrosão, aços rápidos, carbetas, ferramentas de diamante e baterias de íon lítio. O seu radioisótopo é usado como fonte de radiação gama em radioterapia e esterilização de alimentos. A República Democrática do Congo é a principal detentora mundial de minas de cobalto, fornecendo aproximadamente 60% da produção mundial, enquanto a China é o líder mundial na produção de cobalto refinado e é o principal consumidor mundial de cobalto, com mais de 80% de seu consumo sendo usado pela indústria de baterias recarregáveis.

2.2.1.12.1. Reservas de cobalto

As reservas em metal contido de cobalto no Brasil, em 2020 é de 70 kt de cobalto contido (DNPM/DIPLAM, 2010 – 2018). O dado provém de 2017, entretanto, como não houve produção declarada de nenhum metal do grupo da platina desde 2017, considerou-se que as reservas se mantiveram as mesmas.

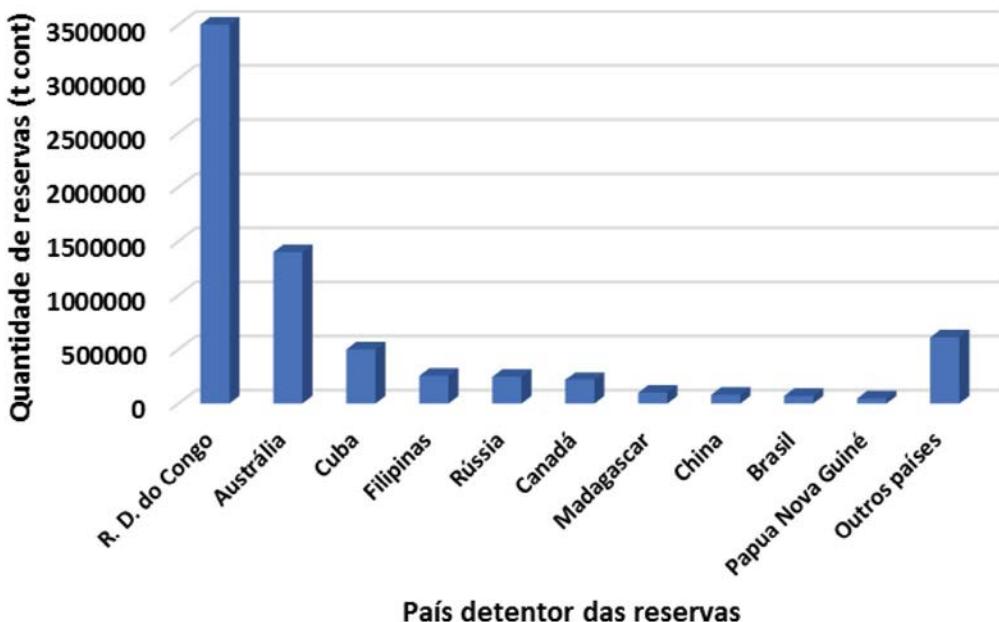
As reservas acima listadas colocam o Brasil, no ano de 2020, na 9^a posição no ranking mundial em reservas lavráveis de cobalto, conforme mostrado na Tabela 1 e na Figura 1. Como não houve registros de produção de cobalto desde 2017, as reservas se mantêm nesse nível, desde então.

Tabela 1. Ranking dos principais detentores mundiais das reservas de cobalto, no ano de 2020, em toneladas contidas do metal.

Colocação	País - 2020	Reserva Medida (t)
1º	R. D. do Congo	3.500.000
2º	Austrália	1.400.000
3º	Cuba	500.000
4º	Filipinas	260.000
5º	Rússia	250.000
6º	Canadá	220.000
7º	Madagascar	100.000
8º	China	80.000
9º	Brasil	70.000
10º	Papua Nova Guiné	47.000
11º	Outros países	610.000
	TOTAL	7.037.000

Fontes: ANM/SRDM, (2022) e MCS (2022).

Figura 1. Principais detentores mundiais das reservas de cobalto, no ano de 2020, em toneladas contidas.



Fontes: ANM/SRDM, (2022) e MCS (2022).

Embora as reservas de cobalto continentais não sejam abundantes, estima-se que há mais de 120 milhões de toneladas de recursos mineralizados de cobalto já identificados em nódulos de manganês e crostas polimetálicas, em plataformas oceânicas do Atlântico, Índico e Pacífico.

2.2.1.12.2. Produção de cobalto

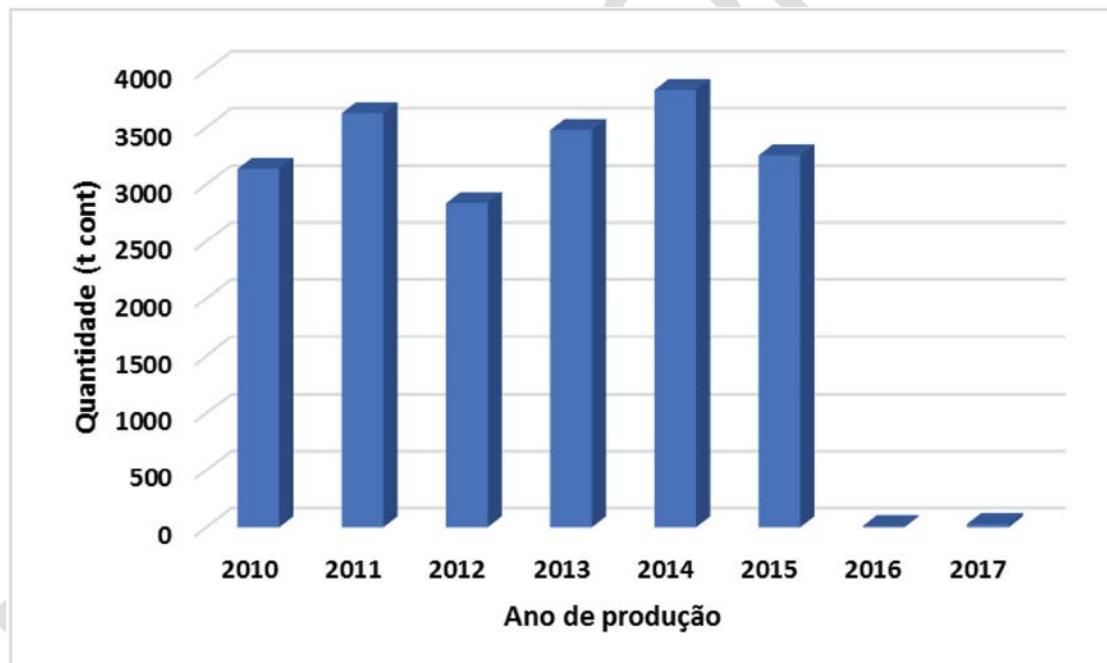
A produção de concentrados de cobalto no Brasil, em toneladas contidas de metal, de 2010 a 2020, é mostrada na Tabela 2 e na Figura 2, com os totais consolidados para o país.

Tabela 2. Produção brasileira de concentrados de cobalto, de 2010 a 2020, em toneladas contidas.

Brasil	Produção Co (t)										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
TO-TAL	3.139	3.624	2.836	3.478	3.828	3.254	11	28	0	0	0

Fonte: AMB, (2022).

Figura 2. Produção brasileira de concentrados de cobalto, de 2010 a 2017, em toneladas contidas.



Fonte: AMB, (2022).

Todas as três minas brasileiras de níquel, que contêm cobalto, normalmente extraído como subproduto, nas localidades de Fortaleza de Minas-MG, Americano do Brasil-GO e Niquelândia-GO, tiveram a produção de cobalto paralisadas a partir de 2017, por falta de viabilidade econômica. Em um cenário de expansão,

a mineradora Horizont Minerals possui o projeto Araguaia, com investimentos de US\$ 633 milhões, localizado no estado do Pará e estuda a instalação de um novo empreendimento, o Projeto Vermelho, que está atualmente em fase de investimento nos estudos de viabilização.

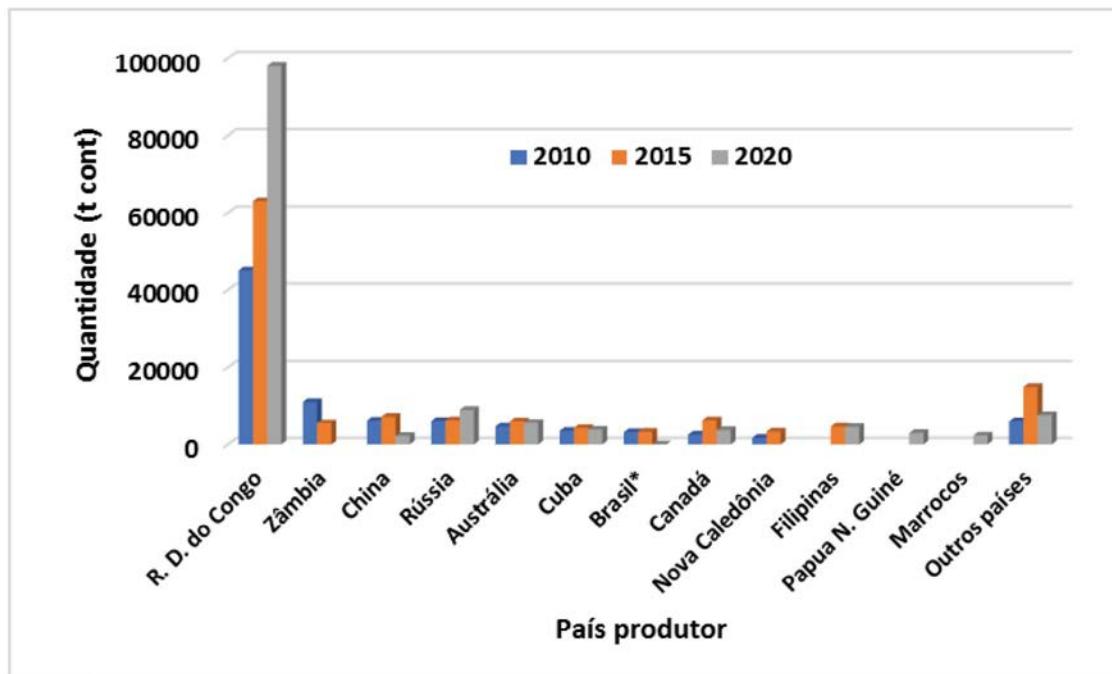
Dessa forma, o Brasil não teve produção de cobalto no ano de 2020, mas em 2015 a produção nacional representou 2,6% da produção mundial e em 2010 representou 3,6%. A Tabela 3 e as Figuras 3a e 3b mostram a evolução no ranking mundial dos países com maiores produções de cobalto no mundo.

Tabela 3. Ranking dos principais produtores mundiais de minérios e concentrados de cobalto em 2010, 2015 e 2020, em toneladas do metal contido.

Colocação	2010		2015		2020	
	Países	Produção (t contidas)	Países	Produção (t contidas)	Países	Produção (t contidas)
1º	R. D. Do Congo	45.000	R. D. Do congo	63.000	R. D. Do congo	98.000
2º	Zâmbia	11.000	China	7.200	Rússia	9.000
3º	China	6.200	Canadá	6.300	Austrália	5.630
4º	Rússia	6.100	Rússia	6.300	Filipinas	4.500
5º	Austrália	4.600	Austrália	6.000	Canadá	3.690
6º	Cuba	3.500	Zâmbia	5.500	Cuba	3.800
7º	Brasil*	3.139	Filipinas	4.600	Papua n. Guiné	2.940
8º	Canadá	2.500	Cuba	4.200	Marrocos	2.300
9º	Nova Caledônia	1.700	Nova Caledônia	3.300	China	2.200
	Outros países	6.031	Brasil*	3.254	Brasil*	0
			Outros países	14.829	Outros países	7.640
	TOTAL	88.000	TOTAL	124.000	TOTAL	142.000

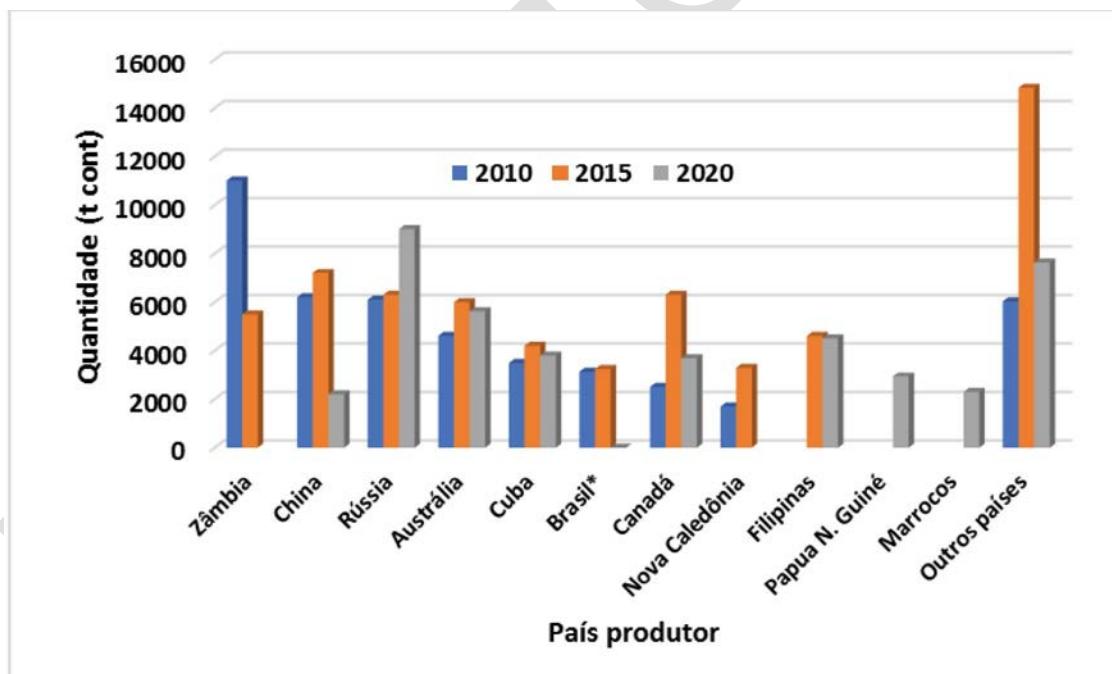
*Fontes: MCS, (2022); MCS, (2017); MCS, (2012) e * AMB, (2020);*

Figura 3a. Principais produtores mundiais de minérios e concentrados de cobalto em 2010, 2015 e 2020, , em toneladas do metal contido..



Fontes: MCS, (2022); MCS, (2017); MCS, (2012) e * AMB, (2020);

Figura 3b. Principais produtores mundiais de minérios e concentrados de cobalto em 2010, 2015 e 2020, , em toneladas do metal contido exceto R. D. do Congo.



Fontes: MCS, (2022); MCS, (2017); MCS, (2012) e * AMB, (2020);

A República Democrática do Congo (RDC) é o maior produtor mundial de minério de cobalto, enquanto a China é o maior refinador. Assim, em termos de minério,

e segundo o USGS, a RDC foi responsável por 58% da produção em 2017 e 69% em 2020. Prevê-se que a produção global de minas e refinarias de cobalto aumente para níveis recordes a partir de 2022, devido ao aumento do consumo mundial pela indústria de baterias elétricas recarregáveis. Com exceção da produção em Marrocos e do cobalto extraído artesanalmente na RDC, a maior parte do cobalto é extraído como subproduto do cobre ou níquel.

2.2.1.12.3. Consumo do cobalto

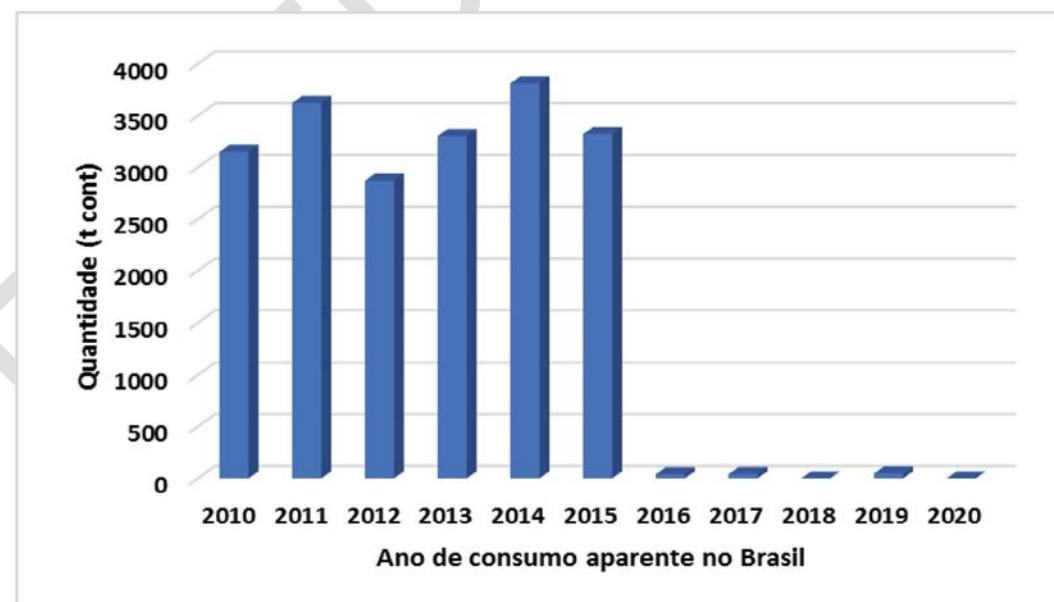
O consumo aparente de concentrado de cobalto (produção + importação – exportação) no Brasil, a cada ano, desde 2010 até 2020, é mostrado na Tabela 4 e na Figura 4, com os totais consolidados para o país. Para o cálculo, foi considerado o teor médio de cobalto nos concentrados, de 47%, segundo ANM (2018). Eventuais estoques não são levados em consideração no consumo aparente.

Tabela 4. Consumo aparente brasileiro de cobalto contido, desde 2010 até o ano de 2020.

Ano	Consumo Aparente Co (t)										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Brasil	3152	3624	2873	3304	3814	3323	40	42	0	48	0

Fontes: AMB, (2022) e COMEXSTAT MDIC, (2022).

Figura 4. Consumo aparente brasileiro de concentrados de cobalto, desde 2010 até o ano de 2020.



Fontes: AMB, (2022) e COMEXSTAT MDIC, (2022).

O cobalto no Brasil era produzido pela Votorantim Metais, hoje Nexa Resources, para as indústrias químicas, fabricantes de sulfatos de cobalto (fertilizantes e ração animal), secantes, octoatos de cobalto, adesivos para borracha e outros, assim como para as indústrias fabricantes de ligas especiais e superligas, produtos utilizados posteriormente na fabricação de peças e componentes, como partes de turbinas de avião.

O consumo deixa o Brasil em posição de pouco destaque entre os consumidores de minério de cobalto. A Tabela 5 e Figura 5 mostram a evolução no ranking mundial dos maiores consumidores de cobalto.

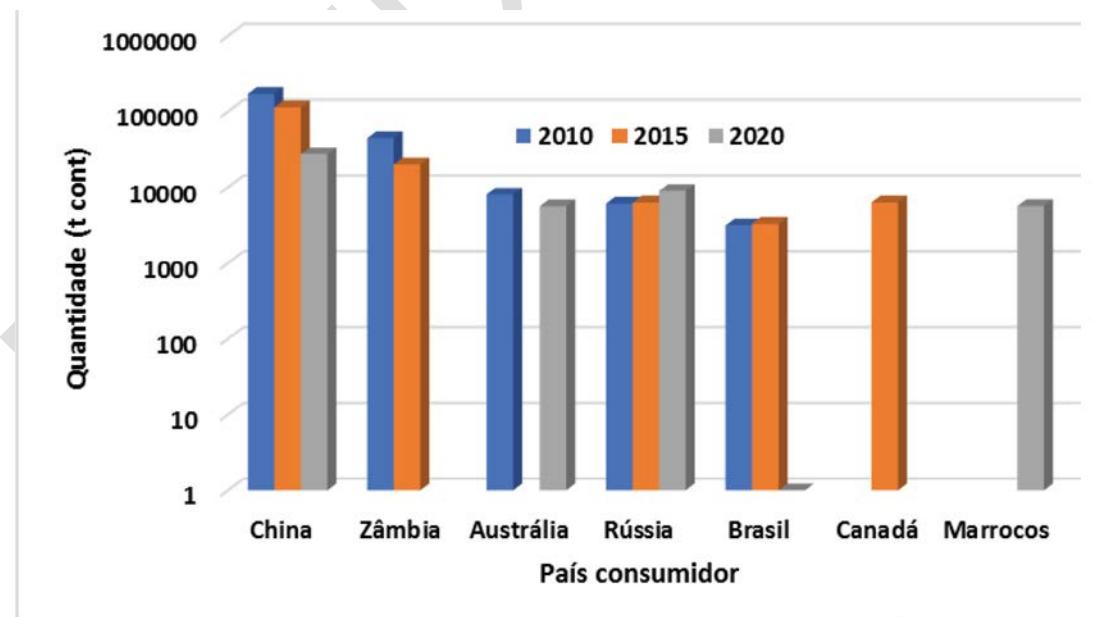
Tabela 5. Ranking dos principais consumidores mundiais de minérios e concentrados de cobalto, em toneladas contidas do metal.

Colocação	Países	2010		2015		2020	
		Consumo (t contidas)	Países	Consumo (t contidas)	Países	Consumo (t contidas)	Países
1º	China	170.446	China	114.164	China	27.438	
2º	Zâmbia	44.548	Zâmbia	19.949	Rússia	9.000	
3º	Austrália	8.033	Rússia	6.300	Marrocos	5.664	
4º	Rússia	6.100	Canadá	6.298	Australia	5.629	
5º	Brasil*	3.152	Brasil*	3.323	Brasil*	0	

Fontes: MCS, (2022), MCS, (2017); MCS, (2012); U01, (2022); AMB, (2022) e COMESTAT MDIC, (2022).

Nota: (*) AMB (2022), COMESTAT MDIC (2022), consumo aparente.

Figura 5. Principais consumidores mundiais de minérios e concentrados de cobalto em toneladas contidas do metal.



Fontes: MCS, (2022), MCS, (2017); MCS, (2012); U01, (2022); AMB, (2022) e COMESTAT MDIC, (2022).

Geograficamente, a Ásia é a maior região consumidora de minérios e concentrados de cobalto, sendo responsável por cerca de metade do consumo total desse cobalto em 2020. Essa situação reflete a alta concentração de produção de materiais de bateria na Ásia, particularmente China, Japão, e Coreia do Sul. A China é o maior país consumidor de cobalto, com uma demanda estimada em 32% do total mundial. Europa e América do Norte também consumiram quantidades consideráveis de cobalto, representando juntos 40% do consumo global em 2020, estimado em 85.750 t.

2.2.1.12.4. Importações de cobalto

O Brasil é pouco relevante no volume de importações de concentrado de cobalto, sem informação divulgada pela COMEXSTAT MDIC (2022). A Tabela 6 e a Figura 6 mostram a evolução no ranking mundial dos países com maiores importações no mundo.

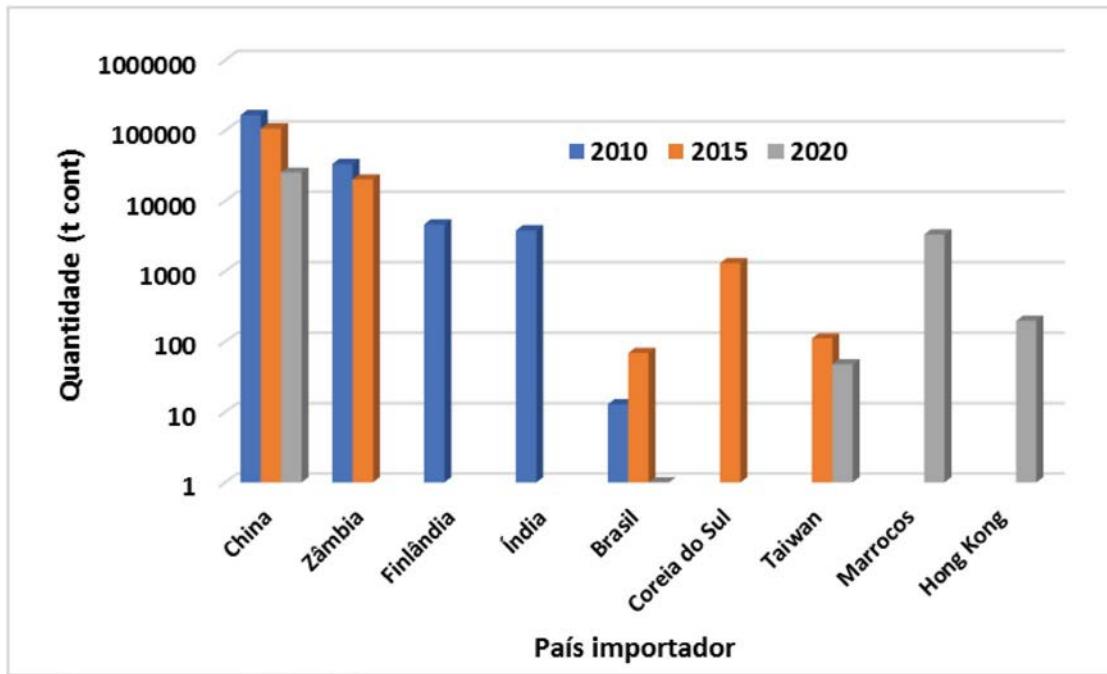
China se manteve, ao longo da década, como maior importadora de cobalto do mundo. Alguns países da África, como Zâmbia e Marrocos, também estão entre os principais importadores do concentrado, para efetuar *blending* com seus produtos.

Tabela 6. Ranking dos principais importadores mundiais de concentrados de cobalto, de 2010 a 2020.

Colocação	2010		2015		2020	
	País	Importação (t contidas)	País	Importação (t contidas)	País	Importação (t contidas)
1º	China	164.246	China	106.964	China	25.238
2º	Zâmbia	33.548	Zâmbia	19.991	Marrocos	3.364
3º	Finlândia	4.638	Coreia do Sul	1.308	Hong Kong	198
4º	Índia	3.829	Taiwan	112	Taiwan	48
5º	Brasil*	13	Brasil	69	Brasil	0

Fontes: U01, (2022) e COMEXSTAT MDIC, (2022).

Figura 6. Principais importadores mundiais de concentrados de cobalto, de 2010 a 2020, mais o Brasil.



Fontes: U01, (2022) e COMEXSTAT MDIC, (2022).

2.2.1.12.5. Exportações de cobalto

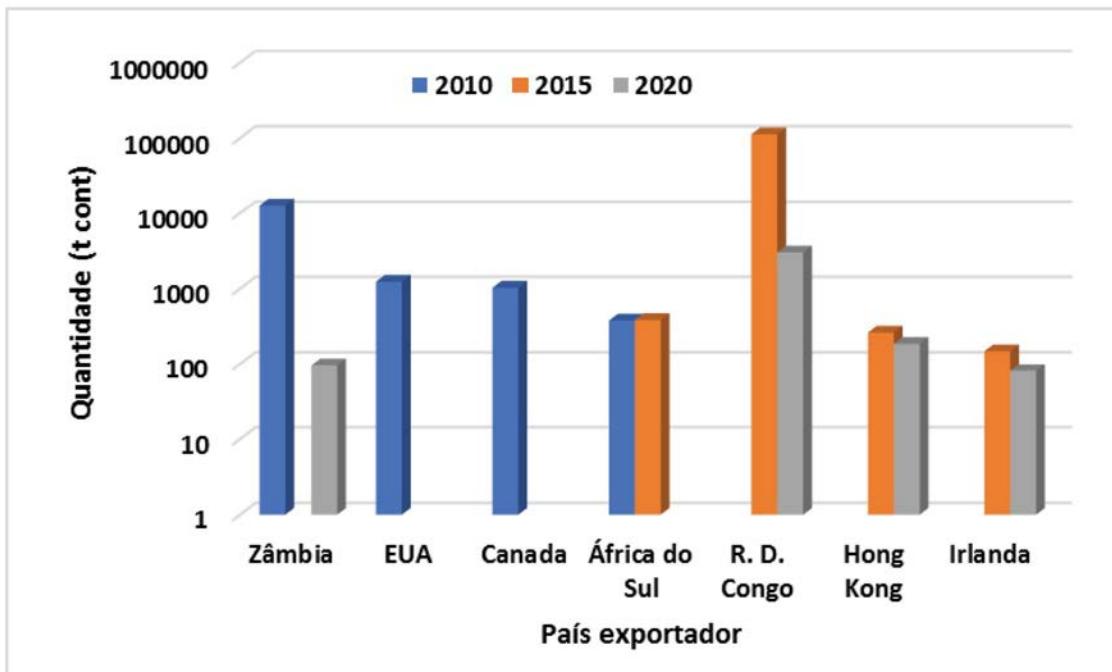
Brasil não está entre os principais exportadores de cobalto no mundo. A Tabela 7 e a Figura 7 mostram a evolução do ranking mundial dos países com maiores exportações no mundo.

Tabela 7. Ranking dos principais exportadores mundiais de concentrados de cobalto, de 2010 a 2020.

Colocação	2010		2015		2020	
	País	Exportação (t contidas)	País	Exportação (t contidas)	País	Exportação (t contidas)
1º	Zâmbia	12.755	R D Congo	112.532	R D Congo	3.045
2º	EUA	1.234	Áfr. do Sul	380	Hong Kong	185
3º	Canadá	1.032	Hong Kong	260	Zâmbia	96
4º	Afr. do Sul	375	Irlanda	148	Irlanda	81

Fontes: U01, (2022) e COMEXSTAT MDIC, (2022).

Figura 7. Ranking dos principais exportadores mundiais de concentrados de cobalto, de 2010 a 2020.



Fontes: U01, (2022) e COMEXSTAT MDIC, (2022).

2.2.1.12.6. Porte das Empresas e Geração de Empregos do cobalto

Devido à paralisação da produção de cobalto desde 2017, não há empresas ativas no setor desde então, até o ano de 2022.

2.2.1.12.7. Porte dos Projetos em Andamento e/ou Previstos e Geração de Empregos

Segundo a base de dados ANM (2022), há 8 requerimentos ativos de lavra para cobalto, indicando possíveis projetos no futuro: 5 projetos da Mineradora Invi em Santa Fé de Goiás/GO, Iporá/GO e Diorama/GO; 1 projeto da Anglo American Níquel Brasil em São Félix do Xingu/PA; 1 projeto da Companhia Brasileira de Alumínio em Montes Claros de Goiás/GO; 1 projeto da Itaoeste em Barreiras/BA. Em paralelo o projeto Vermelho, conduzido pela Horizonte Minerals no município de Canaã dos Carajás – PA, está atualmente em fase de investimento nos estudos de viabilização. É previsto uma extração 600 toneladas de cobalto na primeira fase de desenvolvimento, sendo 36 mil toneladas de cobalto contido, com uma produção de 1.250 toneladas de cobalto por ano.

A Piauí Níquel Metais (PNM) obteve a Licença Prévia (LP) para a implantação de um complexo mÍnero-industrial na localidade Brejo Seco, zona rural do mÚnicipio de Capitão Gervásio Oliveira, no Piauí. O projeto tem previsão de produção de 1,1 mil t/ano de cobalto em produtos sólidos precipitados de alta pureza. Já o projeto Níquel do Piauí (PNP), segundo a Brazilian Nickel, possui expectativa que a produção anual para 2022 seja de 3 toneladas de cobalto. Além disso, a partir de 2023, o projeto deve atingir um volume de produção de 35 toneladas de cobalto

2.2.1.12.8. Projeções para o Brasil até 2050 do cobalto

A operação do PNP (Brazilian Nickel) proporcionou 215 vagas de emprego. Segundo a empresa, 70% dessas vagas foram preenchidas pelos moradores das comunidades locais.

Devido à paralisação da produção de cobalto desde 2017, não há estimativas atuais de geração de empregos no setor, com exceção da Brazilian Nickel. Para fins de projeção de produção e do número de empregos, mostrados na Tabela 8 e nas Figuras 8a, 8b e 8c, foram utilizados dados de 2015, último ano com produção de concentrado de cobalto no Brasil. O cenário considerado é de pleno investimento no setor, uma vez que o cobalto se estabeleceu como elemento estratégico, para a transição energética, na produção de baterias recarregáveis. Há, no entanto, que se ressaltar a possibilidade de tal cenário de alta demanda não se concretizar com total intensidade, em razão de recentes desenvolvimentos de baterias recarregáveis de lítio, ferro e fósforo (LFP), além dos grandes desenvolvimentos em curso, de substituição do cobalto pelo manganês.

Tabela 8. Estimativas das projeções para o Brasil, até 2050, em t contidas de cobalto.

	2022	2026	2030	2034	2038	2042	2046	2050
Reservas Medi-das (t contidas) (1)	70.000	78.786	82.553	79.526	74.786	67.986	58.723	46.526
Produção (t contidas) (2) (3)	0	0	3.090	3.397	3.736	4.107	4.516	4.965
Consumo (t contidas) (2) (4)	0	800	3.466	3.731	4.023	4.343	4.696	5.084
Importações (t contidas) (2) (3)	0	800	800	800	800	800	800	800
Exportações (t contidas) (2) (3)	0	0	424	467	513	564	620	682
Empregos diretos (2)	0	0	515	566	623	685	753	828
Empregos indi-retos (2)	0	0	1.030	1.132	1.245	1.369	1.505	1.655

Notas:

1. Considerando as reservas atualizadas de cobalto para 2020, com depleção anual da produção e reposição média de 3% aa das reservas medidas, convertidas a partir de novos projetos.
2. Considerando o cenário de crescimento da demanda de cobalto conforme a variação de PIB no cenário transformador em função de suas aplicações industriais e do potencial uso em alta tecnologia.
3. Considerando a retomada da produção com novas operações em 5 anos, com crescimento gradual até os níveis de 2015, e crescimento conforme a variação do PIB no cenário transformador a partir de 2029.
4. Considerando que a produção nacional suprirá as demandas do mercado local.

Figura 8a. Estimativas das projeções das reservas medidas de cobalto para o Brasil, até 2050, em t de cobalto contido.

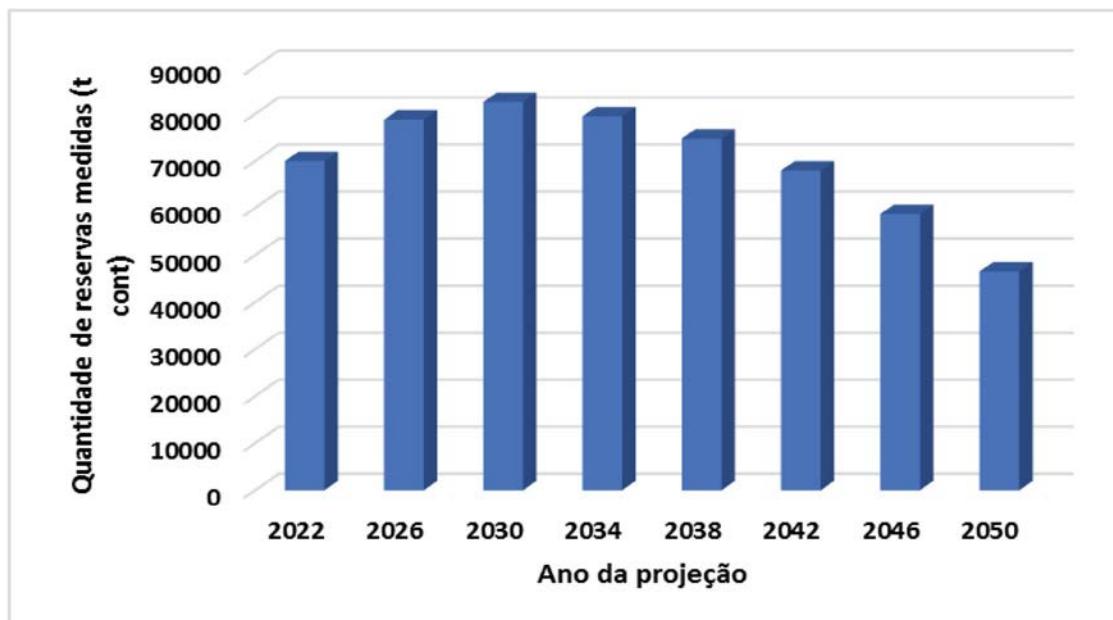


Figura 8b. Estimativas das projeções da produção, do consumo, das importações e das exportações para o Brasil, até 2050, em t de cobalto contido.

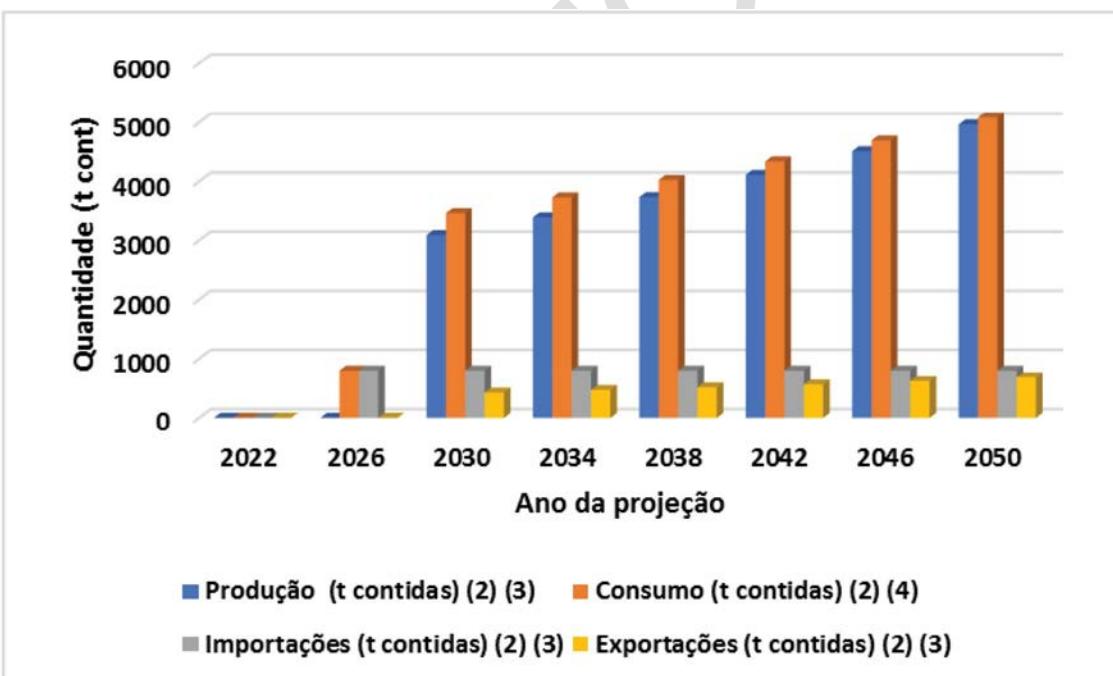
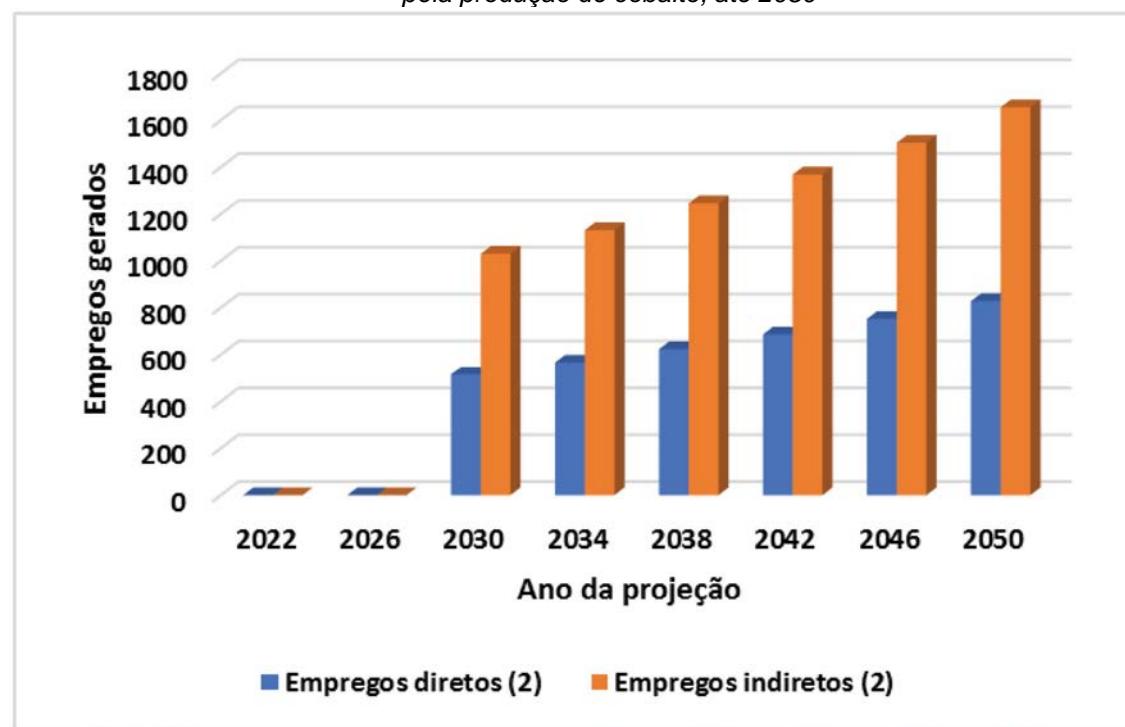


Figura 8c. Estimativas das projeções da geração de empregos diretos e indiretos para o Brasil pela produção de cobalto, até 2050



Observe-se que o cobalto está listado na Resolução Nº 2 de 2021 da Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral do Ministério de Minas Energia (SGM/MME), que definiu 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 março de 2021. Esse Decreto instituiu a Política de Apoio ao Licenciamento Ambiental de Projetos de Investimentos para a Produção de Minerais Estratégicos - Pró-Minerais Estratégicos, dispondo sobre sua qualificação no âmbito do Programa de Parcerias de Investimentos da Presidência da República.

2.2.1.12.9. Projeções do cobalto para o mundo até 2050

Os dados de estimativas das projeções do cobalto para o mundo, até 2050, são apresentados na Tabela 9 e na Figura 10.

Observa-se que as reservas mundiais, ao final do período, caso não haja sua expansão, chegam a um nível desconfortável, sugerindo-se a necessidade de sua expansão. Com o desenvolvimento de novas aplicações de cobalto, na indústria aeroespacial e no setor de ferramentas, mesmo com sua gradual substituição por outros elementos em baterias recarregáveis, espera-se que o setor tenha uma expansão anual de 3%, até 2030, seguido por um crescimento menor, a partir daí, e por fim, com parte do mercado sendo suprido por reciclagem, a partir de 2040.

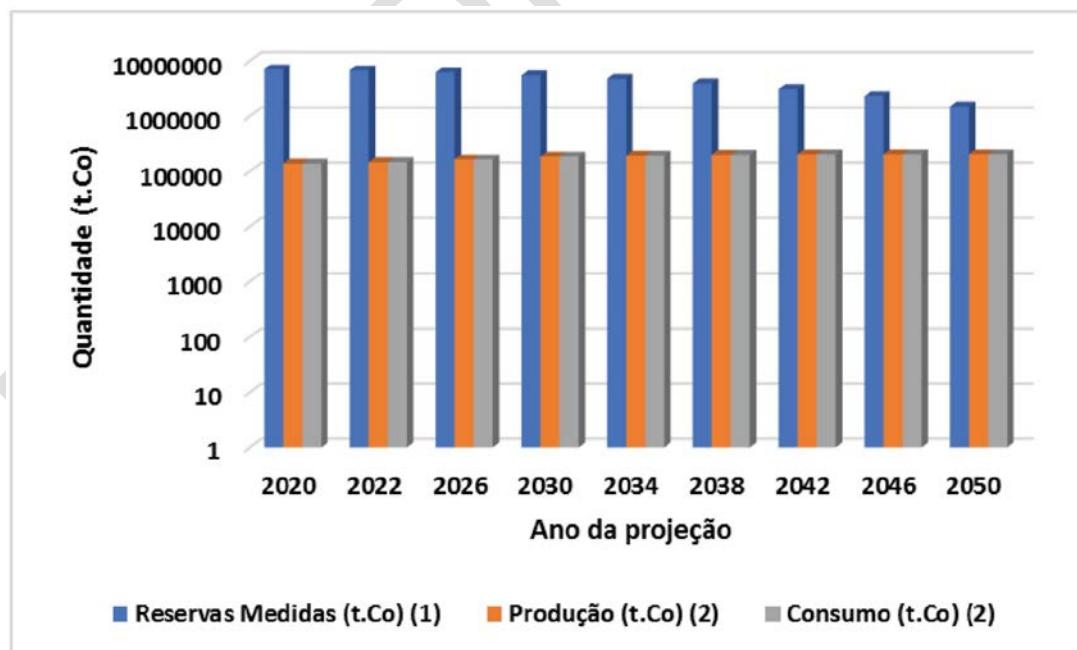
Tabela 10. Estimativas das projeções de cobalto para o mundo, em t de cobalto contido.

	2020	2022	2026	2030	2034	2038	2042	2046	2050
Reservas Medidas (t.Co) (1)	7.037.000	6.757.875	6.147.594	5.460.717	4.710.401	3.929.620	3.119.177	2.302.691	1.486.205
Produção (t.Co) (2)	137.500	145.874	164.182	184.789	192.292	200.099	204.121	204.121	204.121
Consumo (t.Co) (3)	137.500	145.874	164.182	184.789	192.292	200.099	204.121	204.121	204.121

Notas:

1. A reserva total mundial sem considerar aumento anual de reservas, para avaliar a necessidade de aumento de pesquisa mineral, necessidade esta já considerada no Brasil, acima, com índice de aumento de 3% naquele caso, em função das exíguas reservas atuais do país.
2. Considerando as produções das empresas já em operação, com aumento projetado de 3% ao ano, até 2030, para atender aos mercados crescentes de baterias e ligas de alta temperatura, 1% ao ano de 2030 a 2040, para atender primordialmente aos aumentos dos mercados de carbonetos e ligas de alta temperatura, considerando sua substituição estratégica em baterias por outros elementos, e sem crescimento apreciável a partir de 2040, considerando haver massa crítica e tecnologia a partir daí, para viabilizar a reciclagem econômica de cobalto em grande escala.
3. Considerando que a produção acompanhará a demanda, com consumo de 2020 segundo RP (2022).

Figura 9. Estimativas das projeções de cobalto para o mundo, até 2050, em t de cobalto contido.



Lista de Referências:

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - Minerais Estratégicos e Terras Raras, Brasília, 2014.

Código de Mineração – Decreto-Lei Nº 227 de 28 de fevereiro de 1967 e atualizações.

Ministério de Minas e Energia - Plano Nacional de Mineração 2030 - Brasília, 2010.

Mineral Commodity Sumaries – USGS – 2010 a 2022.

Navarro, G, R, B.; Zanardo. A.; Montibeller, C. C.; Leme T.G. - Livro de referências de minerais comuns e economicamente relevantes – 2017.

Recursos Minerais no Brasil – Problemas e Desafios - Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 2016.

Schobbenhaus, C., Dardenne, M. A., Metalogênese do Brasil. Editora da UnB, Brasília, 2001.

Sumário Mineral – Edições de 2010 a 2018 – Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM).

Tratamento de Minérios – 6ª Edição – CETEM/MCTIC, Rio de Janeiro, 2018.

MCS 2022: MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2022, USGS em:

<https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022.pdf>

MCS 2017: MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2017, USGS em <https://s3-us-west-2.amazonaws.com/prd-wret/assets/palladium/production/mineral-pubs/mcs/mcsapp2017.pdf>

MCS 2021: MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2021, USGS em:

<https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2021/mcs2021.pdf>



AMB 2022: Anuário Mineral Brasileiro em:

https://app.anm.gov.br/DadosAbertos/AMB/Producao_Bruta.csv

ANM 2018: Sumário Mineral Brasileiro 2018 em:

<https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral/sumario-mineral-brasileiro-2018>

Comexstat 2022: Exportação e Importação Geral. SH6: 260500 – Minério de cobalto e sus concentrados em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>

U01 2022: United Nations Department of Economic and Social Affairs | Comtrade Database. SH(6): 260500, em: <https://comtrade.un.org/data/>

RP 2022: Global and China Cobalt Industry Report, 2021-2026" em:

https://www.reportlinker.com/p04873771/?utm_source=GNW

PLANO NACIONAL DE MINERAÇÃO 2050

PNM 2050

SINOPSE 13. Minério de Estanho**CADERNO 2: Pesquisa e Produção Mineral**

SINOPSE 13. Minério de Estanho	245
2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira	246
2.2.1. Tipo Mineral	246
2.2.1.13. Minério de estanho.....	246
2.2.1.13.1. Reservas de minério de estanho.....	246
2.2.1.13.2. Produção de minério de estanho.....	250
2.2.1.13.3. Consumo de minério de estanho	253
2.2.1.13.4. Importações de minério de estanho.....	255
2.2.1.13.5. Exportações de minério de estanho	256
2.2.1.13.6. Porte das Empresas e Geração de Empregos	257
2.2.1.13.7. Porte dos Projetos em Andamento e/ou Previstos	259
2.2.1.13.8. Projeções para o Brasil até 2050.....	259
2.2.1.13.9. Projeções para o mundo até 2050	261

2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira

2.2.1. Tipo Mineral

Metálicos Não-Ferrosos.

2.2.1.13. Minério de estanho

A cassiterita é a principal fonte de estanho. O Brasil só se tornou importante no cenário internacional de comercialização de estanho na década de 1980, com a descoberta das de jazidas no Amazonas e Rondônia. A maior parte das reservas brasileiras se localiza na região norte, Amazonas (mina do Pitinga) e Rondônia (minas de Santa Bárbara, Massangana, Cachoerinha e de Bom Fútuoro). A cassiterita é encontrada também em Minas Gerais, Pará, Goiás, Amapá e São Paulo. A mina do Pitinga é operada pela Mineração Taboca, pertencente à mineradora peruana MINSUR, que controla cerca de 40% da produção brasileira. O estanho é utilizado na forma de folhas de flandres, solda, produtos químicos, *pewter* (liga de estanho com cobre, antimônio e bismuto, empregada em peças decorativas e utensílios) e bronze.

2.2.1.13.1. Reservas de minério de estanho

No Brasil, as reservas medidas minério de estanho, em 2020, foram de 636.101 t_{cont} (ANM, 2020), enquanto as reservas indicadas foram de 831.029 t_{cont} (ANM, 2020) e as inferidas de 335.727 t_{cont} (ANM, 2020), com distribuição no território nacional conforme mostrado na Tabela 1 e nas Figuras 1a e 1b, abaixo.

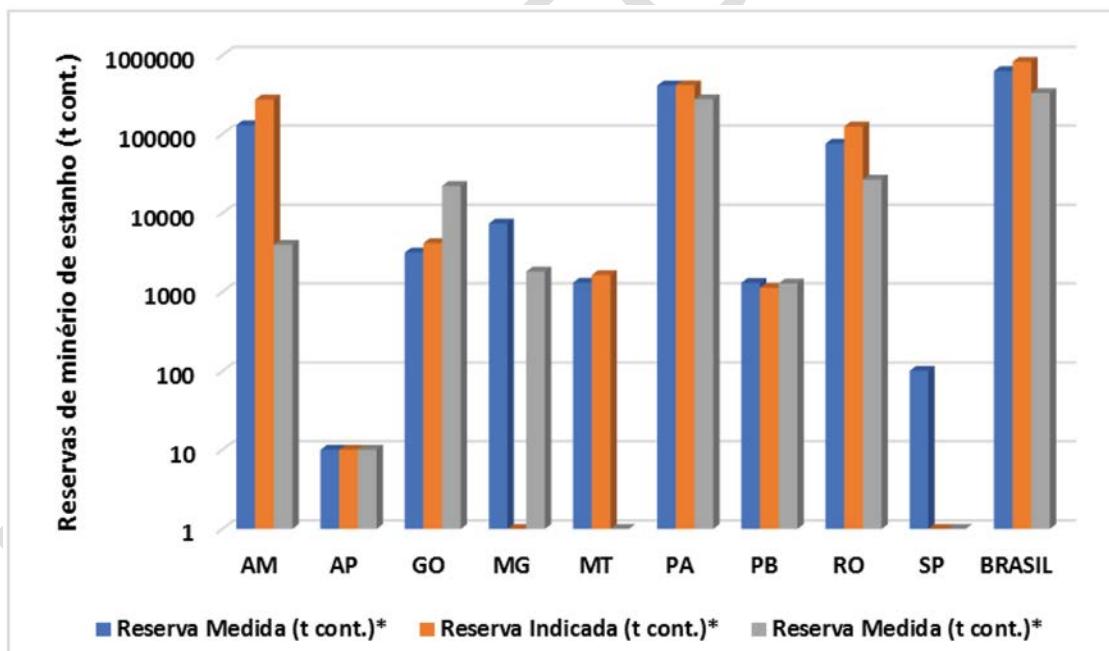
Tabela 1. Reservas brasileiras, por estado, de minério de estanho, em 2020.

Estado	Reserva Medida (t _{cont}) [*]	Reserva Indicada (t _{cont}) [*]	Inferida Medida (t _{cont}) [*]
AM	129.462	277.835	3.923
AP	10	10	10
GO	3.137	4.127	22.124
MG	7.284	1	1.809
MT	1.306	1.632	
PA	417.675	421.745	280.000
PB	1.300	1.128	1.276
RO	75.827	124.552	26.585
SP	101		
BRASIL	636.102	831.029	335.727

Fonte: ANM, (2020).

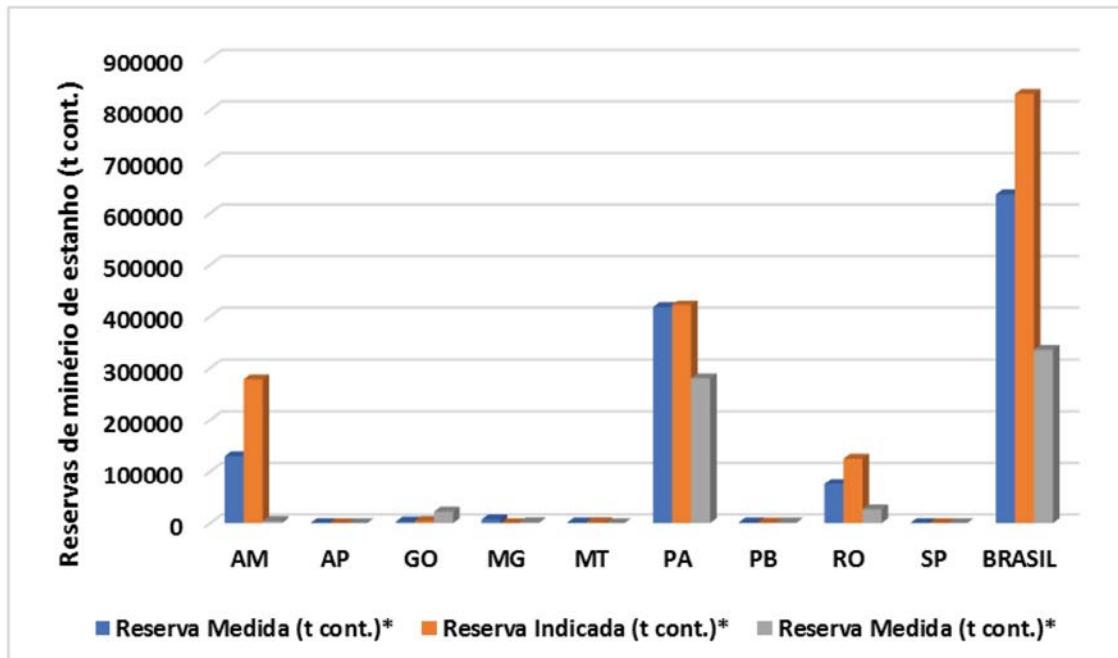
Nota: * Embora os dados relativos a reservas as considerem como medidas, indicadas e inferidas, é importante ressaltar que, a partir de 2022, as classificações obedecerão ao estabelecido pela “Resolução nº 94, de 7 de fevereiro de 2022, do Ministério de Minas e Energia, Agência Nacional de Mineração”

Figura 1a. Reservas brasileiras por estado e do Brasil de minério de estanho em 2020 (escala logarítmica).



Fonte: ANM, (2020).

Figura 1b. Reservas brasileiras por estado e do Brasil de minério de estanho em 2020.
(representação em escala linear).



Fonte: ANM, (2020).

Observando-se a soma das Reservas Medidas e Indicadas na Tabela 1, em toneladas contidas, temos que 57% das reservas de minério de estanho brasileiras estão no estado do Pará, seguido pelo estado do Amazonas, com 28%. Assumindo o teor de 0,7 kg Sn_{cont}/t ROM (da produção de 2020) chegamos a 2.095 Mt de minério. Se confrontadas com a produção nacional atual de minério de estanho (24,7 Mt em 2020), indicam uma duração de 85 anos, ou 37 anos apenas com as reservas medidas. Regionalmente, as reservas se concentram quase totalmente na região Norte (99%).

Tais reservas colocam o Brasil, no ano de 2020, na 3^a posição no ranking mundial em reservas medidas de minério de estanho, conforme mostrado na Tabela 2 e na Figura 2, em toneladas contidas, juntamente com os sete países com maiores reservas no mundo. A Reserva mundial é de 3.550.000 toneladas de estanho contido.

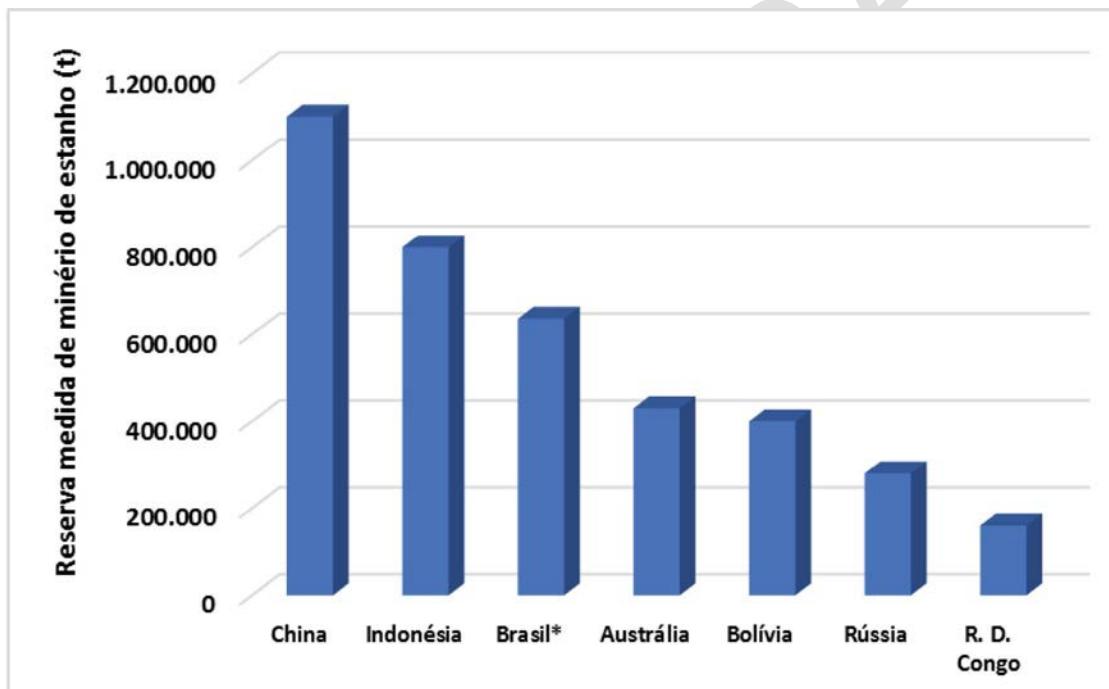
Tabela 2. Ranking dos principais países detentores de reservas de minério de estanho em 2020.

Colocação	País - 2020	Reserva Medida (t)
1º	China	1.100.000
2º	Indonésia	800.000
3º	Brasil*	636.000
4º	Austrália	430.000
5º	Bolívia	400.000
	Rússia	280.000
	R. D. Congo	160.000
	Total	3.550.000

Fontes: MCS, (2021) e ANM, (2020).

Nota: * ANM, (2020).

Figura 2. Principais detentores mundiais das reservas de minério de estanho, em toneladas contidas, no ano de 2020.



Fontes: MCS, (2021) e ANM, (2020).

Na tabela 2, observa-se o ranking das maiores reservas de minério de estanho do mundo, com a China em 1º lugar, com 31% das reservas globais. Seguem a Indonésia com 22% na 2ª e o Brasil na 3ª posição, com 17,9% (segundo dados da ANM, 2020). Regionalmente, as reservas se concentram na Ásia (38%), seguida pela Oceania (34%) e pelas Américas (23%).

2.2.1.13.2. Produção de minério de estanho

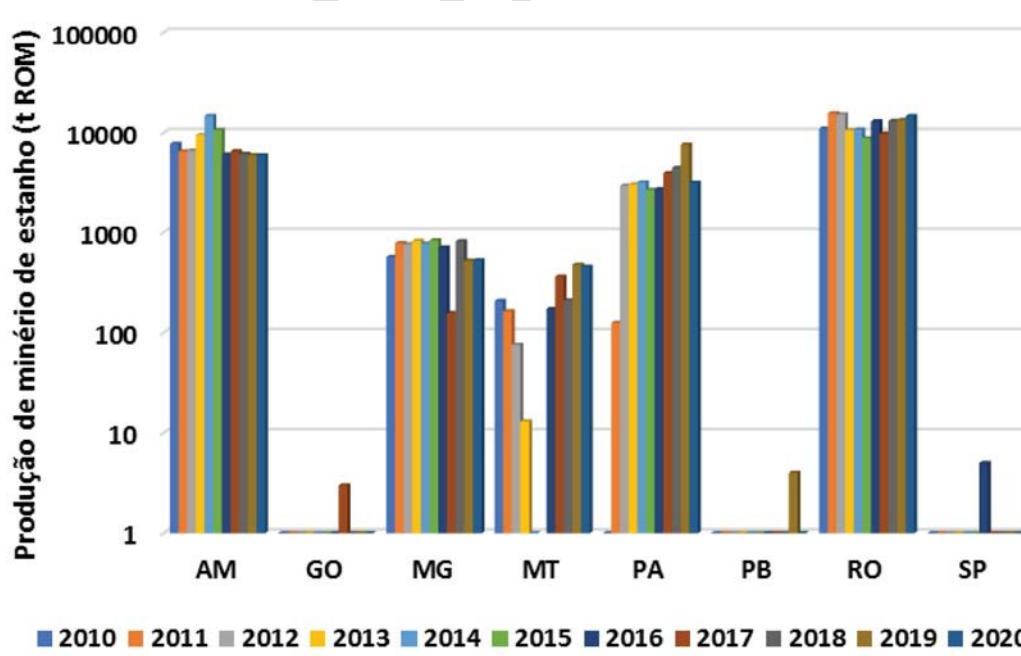
A produção no Brasil de minério de estanho, a cada ano, desde 2010 até 2020, é mostrada na Tabela 3, por estado da federação, e nas Figuras 3a e 3b, com os totais consolidados para o país.

Tabela 3. Produção brasileira, por estado (em t ROM) e consolidada (em t ROM e t contidas), de minério de estanho, desde 2010 até o ano de 2020.

Produção (t.ROM)*												
Estado	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
AM	7.687	6.479	6.581	9.481	14.650	10.705	6.013	6.494	6.130	5.949	5.906	
GO	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	
MG	572	787	765	827	774	838	711	159	820	528	531	
MT	209	165	76	13			174	361	211	480	459	
PA	-	125	2.928	3.013	3.184	2.667	2.705	3.953	4.453	7.565	3.169	
PB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
RO	11.002	15.585	15.200	10.617	10.779	8.709	13.009	9.792	13.111	13.356	14.637	
SP	-	-	-	-	-	1	5	-	-	-	-	
BRASIL	19.469	23.141	25.549	23.951	29.387	22.921	22.617	20.762	24.725	27.882	24.703	
BRASIL (contidas)	9.588	18.512	18.634	18.991	22.790	20.282	17.442	17.202	19.719	19.709	17.348	

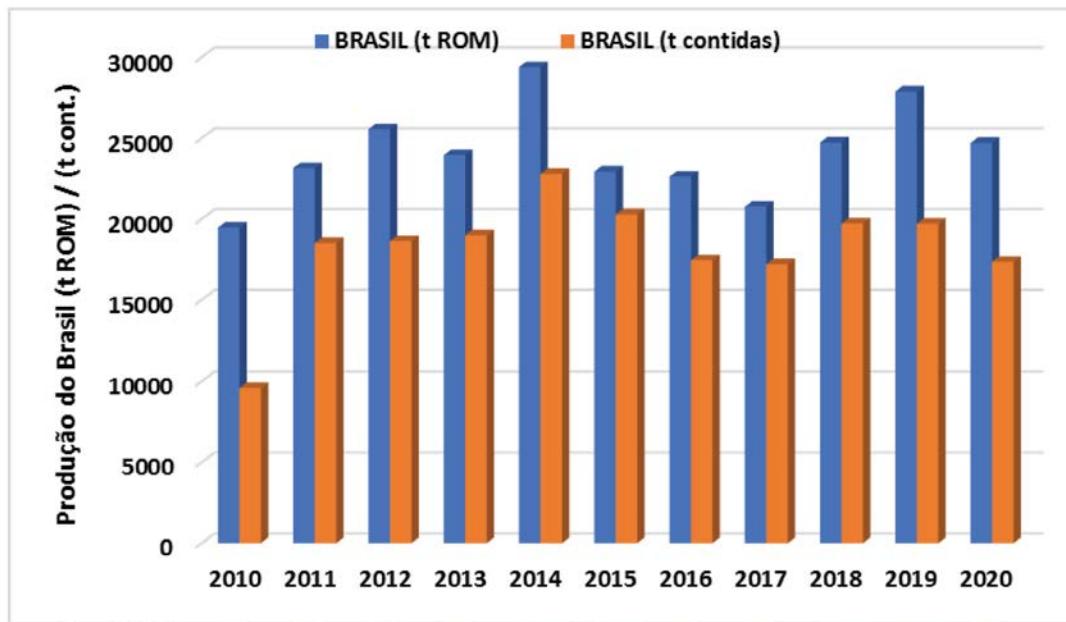
Fonte: AMB, (2022).

Figura 3a. Produção brasileira de minério de estanho, por estado, de 2010 a 2020.



Fonte: AMB, (2022).

Figura 3b. Produção brasileira, de 2010 a 2020.



Fonte: AMB, (2022).

A produção brasileira de minério de estanho concentra-se na região norte, com 96,4% do total nacional. O maior protagonismo é do estado de Rondônia, com 51% da produção, seguido dos estados do Amazonas (33%) e Pará (13%). A produção média de ROM na década foi de 24 Mt anuais, com pouca variância na produção, e picos de 25% a mais na produção nos anos de 2014 e 2019. Não se percebe grande impacto na produção, devido à pandemia, no ano de 2020.

Em 2020, o Brasil se colocou na 6^a posição no ranking mundial de produtores de minério de estanho. A Tabela 4 e as Figuras 4a e 4b mostram a evolução no ranking mundial, juntamente com os 12 países maiores produtores do mundo.

Tabela 4. Ranking dos principais produtores mundiais de minério de estanho, em toneladas contidas.

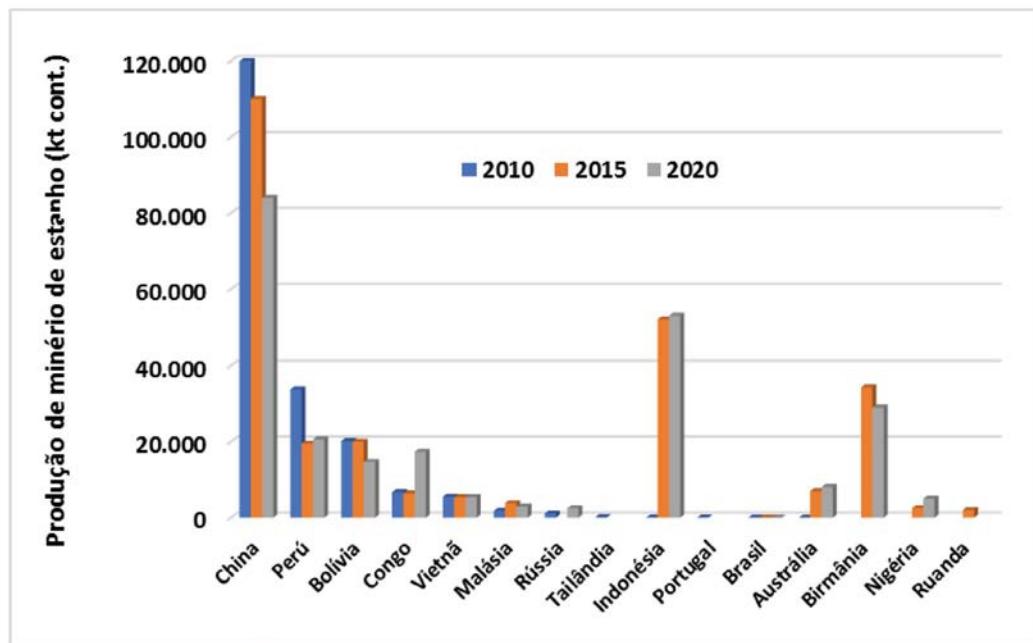
Colocação	2010		2015		2020	
	Países	Produção (t)	Países	Produção (t)	Países	Produção (t)
1º	China	120.000	China	110.000	China	84.000
2º	Peru	33.800	Indonésia	52.000	Indonésia	53.000
3º	Bolívia	20.200	Birmânia	34.300	Birmânia	29.000
4º	Congo	6.700	Brasil*	20.283	Peru	20.600
5º	Vietnã	5.500	Bolívia	20.000	Brasil*	17.348
6º	Malásia	1.770	Peru	19.500	Congo	17.300
7º	Rússia	1.100	Austrália	7.000	Bolívia	14.700
8º	Tailândia	150	Congo	6.400	Austrália	8.120
9º	Indonésia	56	Vietnã	5.400	Vietnã	5.400

10º	Portugal	30	Malásia	3.800	Nigéria	5.000
11º	Brasil*	10	Nigéria	2.500	Malásia	2.960
12º	Austrália	7	Ruanda	2.000	Rússia	2.500

Fontes: MCS, (2022); MCS, (2017); MCS, (2012) e AMB, (2022).

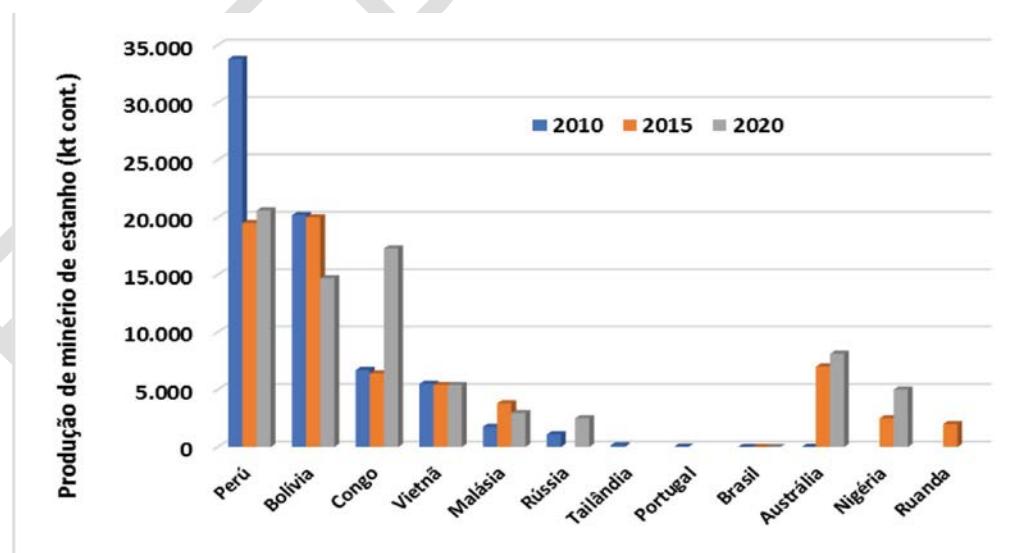
Nota: *AMB, 2022

Figura 4a. Principais países produtores de estanho.



Fontes: MCS, (2022); MCS, (2017); MCS, (2012) e AMB, (2022).

Figura 4b. Ranking dos principais países produtores de estanho, exceto China, Indonésia e Birmânia.



Fontes: MCS, (2022); MCS, (2017); MCS, (2012) e AMB, (2022).

No cenário internacional, com produção estimada em 220 kt contidas, a China foi a maior produtora de minério de estanho em toda a década e, em 2020, foi responsável por um terço da produção mundial. O terço seguinte da produção mundial é compartilhado por Indonésia (20%) e Birmânia (11%).

No ranking dos maiores produtores, o Brasil, com 8%, ocupa a 5ª posição em 2020, caindo da 4ª posição em 2015 e assim trocando de posição com o Peru. Sua produção caiu de 20,2 kt para 17,3 kt nos últimos 5 anos da década. Regionalmente, a maior produção se registra na Ásia, com 68% do total mundial, seguida pelas Américas (20%) e África (9%).

2.2.1.13.3. Consumo de minério de estanho

O consumo aparente no Brasil de estanho contido, de 2010 até 2020, é mostrado na Tabela 5 e na Figura 5, com os totais consolidados para o país.

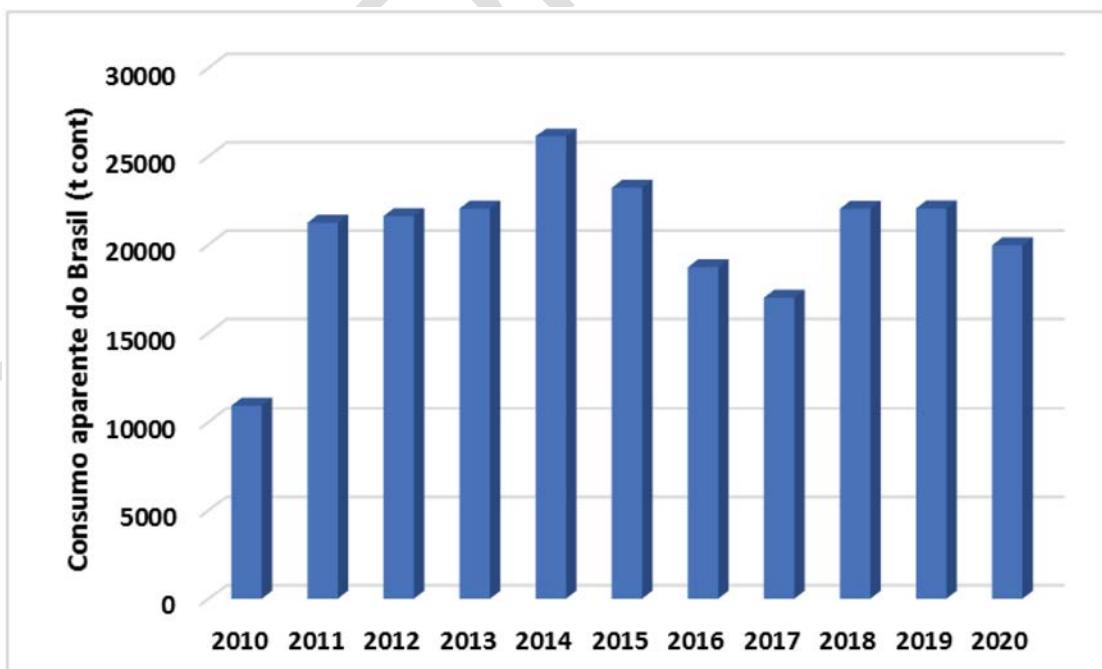
Tabela 5. Consumo brasileiro de estanho, de 2010 a 2020.

Consumo Aparente (t contidas) ^(e)											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
BRASIL	10.947	21.258	21.629	22.048	26.128	23.211	18.741	17.001	22.040	22.057	19.967

Fontes: AMB, (2022) e COMEXSTAT MDIC, (2022).

Nota: (e) - Consumo aparente = Produção + Importação – Exportação.

Figura 5. Consumo brasileiro, por ano, de estanho, desde 2010 até o ano de 2020.



Fontes: AMB, (2022) e COMEXSTAT MDIC, (2022).

Como se observa na Tabela 5, o consumo aparente médio de minério de estanho na década esteve próximo de 20 kt anuais, com um pico de 26,1 kt em 2014.

Tal consumo aparente não coloca o Brasil, no ano de 2020, nas primeiras 5 posições no ranking mundial de consumidores de estanho contido. A Tabela 6 e a Figura 6 mostram sua evolução no ranking mundial, juntamente com os 5 países com maiores consumos aparentes no mundo.

Tabela 6. Ranking dos principais consumidores aparentes mundiais de minério de estanho, em toneladas contidas.

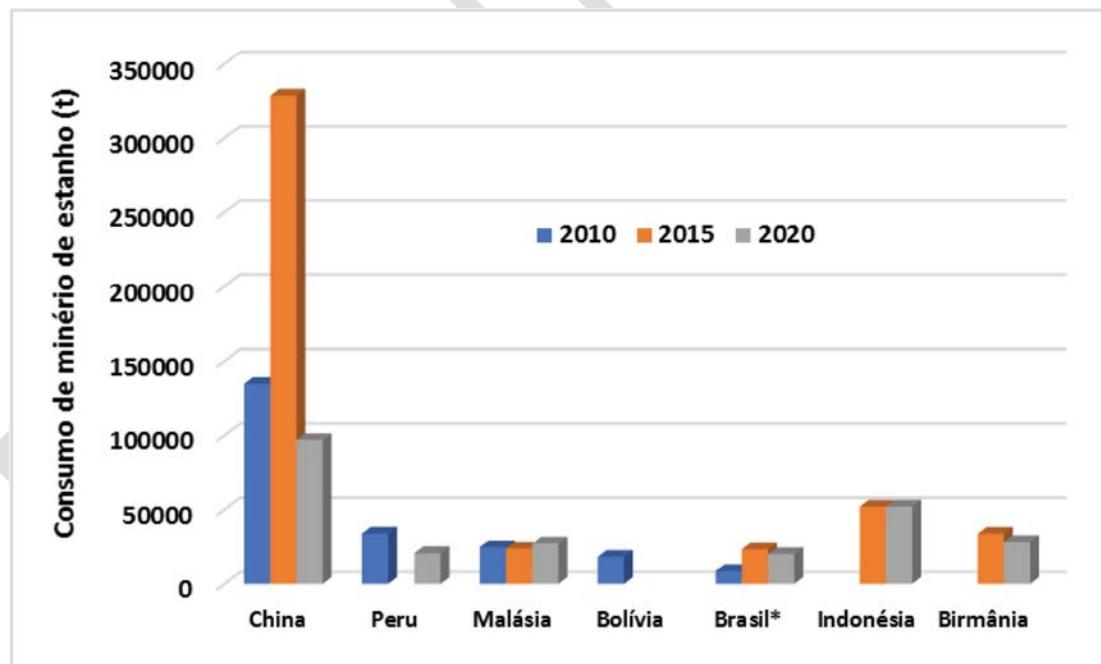
Colocação	País	2010		2015		2020	
		Consumo (t) (e)	País	Consumo (t) (e)	País	Consumo (t) (e)	País
1º	China	134.863	China	328.537	China	96.968	China
2º	Peru	33.837	Indonésia	52.001	Indonésia	52.008	Indonésia
3º	Malásia	24.698	Birmânia	33.724	Birmânia	28.207	Birmânia
4º	Bolívia	18.103	Malásia	23.776	Malásia	27.103	Malásia
5º	Brasil*	8.553	Brasil*	23.211	Peru	20.580	Brasil*
						19.967	Brasil*

Fontes: MCS, (2022); MCS, (2017); MCS, (2012), AMB, (2022) e COMEXSTAT MDIC, (2022).

Notas: (e) - Consumo aparente = Produção + Importação – Exportação.

* AMB, (2022) e COMEXSTAT MDIC, (2022).

Figura 6. Principais consumidores mundiais de minério de estanho, em toneladas contidas.



Fontes: MCS, (2022); MCS, (2017); MCS, (2012), AMB, (2022) e COMEXSTAT MDIC, (2022).

2.2.1.13.4. Importações de minério de estanho

O volume de importações coloca o Brasil, no ano de 2020, na 10^a posição no ranking mundial de importadores de minério de estanho. A Tabela 7 e a Figura 7 mostram sua evolução no ranking mundial, juntamente com os 5 países com maiores importações no mundo.

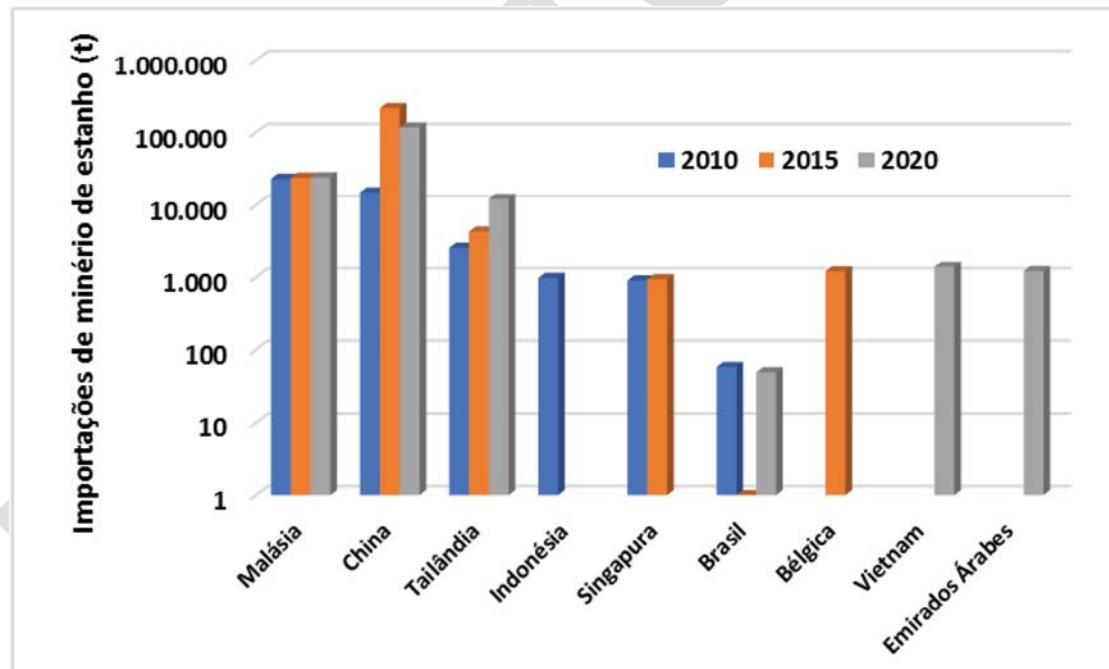
Tabela 7. Ranking dos principais importadores mundiais de minério de estanho.

Coloca- ção	País	2010		2015		2020	
		Importa- ção (t) ^(e)	País	Importa- ção (t) ^(e)	País	Importa- ção (t) ^(e)	País
1º	Malásia	22.942	China	218.537	China	118.624	
2º	China	14.881	Malásia	23.738	Malásia	24.113	
3º	Tailândia	2.574	Tailândia	4.307	Tailândia	12.102	
4º	Indonésia	977	Bélgica	1.202	Vietnam	1.403	
5º	Singapura	903	Singapura	939	Emirados Arabes	1.215	
	Brasil (14º)	59	Brasil (41º)	0	Brasil (10º)	50	

Fonte: U09, (2022).

Nota: (e) – Estimado, considerando um teor médio de 75% de estanho contido na produção bruta, segundo AMB (2022)

Figura 7. Principais importadores mundiais de minério de estanho. (escala logarítmica)



Fonte: U09, (2022).

Os reflexos da pandemia do COVID-19 e a crescente demanda por bens de consumo e eletrônicos, em geral, pressionaram os preços, com consequentes

repercussões no comportamento das importações no mercado global. A redução das importações também pode ser explicada pelo aumento do reaproveitamento e reciclagem do estanho, com reflexos no consumo interno dos países. A utilização do estanho nas indústrias automotiva, eletrônicos, vidros e outras, direcionam as importações. Em 2020, a China respondeu por cerca de 75% das importações, seguido pela Malásia, com participação de 15% no mercado global.

2.2.1.13.5. Exportações de minério de estanho

Em 2020, o Brasil se colocou na 5^a posição no ranking mundial de exportadores de minério de estanho. A Tabela 8 e a Figura 8 mostram a evolução do Brasil no ranking mundial, juntamente com os 5 países maiores exportadores do mundo.

Tabela 8. Ranking dos principais países exportadores de minério de estanho

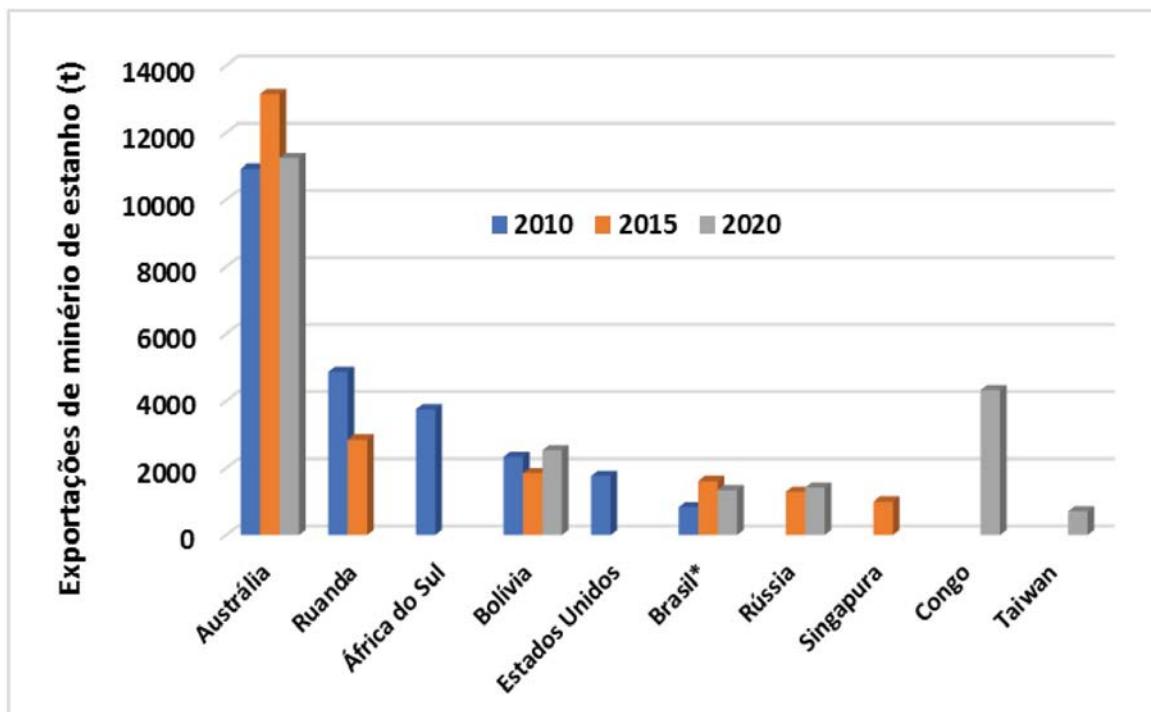
Coloca- ção	País	2010		2015		2020	
		Exporta- ção (t) ^(e)	País	Exporta- ção (t) ^(e)	País	Exporta- ção (t) ^(e)	País
1º	Austrália	10.924	Austrália	13.153	Austrália	11.243	
2º	Ruanda	4.858	Ruanda	2.846	Congo	4.319	
3º	Africa do Sul	3.751	Bolívia	1.845	Bolívia	2.532	
4º	Bolívia	2.327	Brasil*	1.611	Rússia	1.423	
5º	Estados Unidos	1.760	Rússia	1.291	Brasil*	1.341	
6º	Brasil*	836	Singapura	998	Taiwan	710	

Fontes: U10, (2022); AMB, (2022) e COMEXSTAT MDIC, (2022).

Notas: (e) – Estimado, considerando um teor médio de 75% de estanho contido na produção bruta, segundo AMB (2022).

*COMEXSTAT MDIC, (2022)

Figura 8. Principais países exportadores de minério de estanho, em toneladas contidas.



Fontes: U10, (2022); AMB, (2022) e COMEXSTAT MDIC, (2022).

Os dados referem-se às exportações de minério de estanho, não compreendendo sua forma concentrada (estanho e suas obras). Em 2020, as exportações de minério de estanho se concentraram na Austrália (44%) e na República Democrática do Congo (17%).

2.2.1.13.6. Porte das Empresas e Geração de Empregos

A Tabela 9, mostra um panorama das empresas produtoras de minério de estanho no Brasil em 2020, conforme seu porte, em termos de produção (Médio Porte $<1\text{Mta} > 100\text{kta}$; Pequeno Porte $<100\text{kta} > 10\text{kta}$; e Microempresas $< 10\text{kta}$; ANM, 2019), e os respectivos estados da federação onde estão suas operações e os números de empregos diretos e indiretos gerados.

De acordo com os dados observados verifica-se que a produção do minério de estanho concentra-se nos estados do Amazonas, Rondônia e Mato Grosso.

Tabela 9. Panorama das empresas produtoras de minério de estanho no Brasil em 2020.

Empresa	Produção Kg	Estado	Empregos diretos	Empregos indiretos
MINERAÇÃO TABOCA S.A.	11.165.664	AM	328	655
WHITE SOLDER METALURGIA E MINERAÇÃO LTDA	6.817.972	RO/PA	200	400
COOPERATIVA DE GARIMPEIROS DE SANTA CRUZ LTDA	1.655.087	RO	74	148
ESTANHO DE RONDONIA S.A.	1.284.545	RO/MT	100	200
	20.923.268	Brasil	702	1.403
<hr/>				
Empresa	Produção	Estado	Empregos diretos	Empregos indiretos
TRATHO METAL QUÍMICA LTDA	494.056	MT	30	90
MINERAÇÃO DA AMAZÔNIA COM. E IND. S.A. - MACISA	469.353	RO	35	105
MINERAIS & METAIS COMÉRCIO E INDÚSTRIA LTDA	419.948	RO	21	63
METALMIG MINERACAO INDUSTRIA E COMERCIO S/A	395.245	RO	26	78
COMPANHIA DE MINERAÇÃO SÃO LOURENÇO	271.731	RO	21	63
MINERAÇÃO XACRIABÁ LTDA	148.217	AM	23	69
COOPERATIVA DE PRODUTORES DE ESTANHO DO BRASIL	123.514	RO	20	60
	2.322.063	Brasil	176	528
<hr/>				
Empresa	Produção	Estado	Empregos diretos	Empregos indiretos
JOAMAR COMERCIAL IMP. & EXP. LTDA	98.811	RO	15	45
AMG BRASIL S.A.	74.108	MG	16	48
RESIND INDUSTRIA E COMÉRCIO	49.406	RO	17	51
COBIX INDUSTRIA E COMERCIO DE METAIS LTDA	24.703	RO	14	42
	61.757	Brasil	62	186
<hr/>				
Porte	Produção	Brasil	Empregos diretos	Empregos indiretos
Grande	20.923.268	Brasil	702	1.403
Médio	2.322.063	Brasil	176	528
Pequeno	61.757	Brasil	62	186
	23.492.359	Brasil	940	2.117

Nota: *Produção e empregos do estanho foram estimados com base na contribuição CFEM de cada empresa, dada a produção nacional de ROM.

2.2.1.13.7. Porte dos Projetos em Andamento e/ou Previstos

Segundo a base de dados ANM, há 15 requerimentos de lavra para estanho, indicando possíveis projetos no futuro: 3 projetos da Brazil Tin em Ariquemes/RO e Monte Negro/RO; 1 da Sol Mineração em Benedito Novo/SC; 1 da Avanço Resources em Água Azul do Norte/PA; 1 da Ultramar Concreto em Cachoeiro de Itapemirim/ES; 1 da AMG Brasil S.A. em Conceição da Barra de Minas/MG; 1 da Minerais & Metais em Nova Campina/SP; 1 da Estanho de Rondônia em Itapuã do Oeste/RO. 1 da Sul Catarinense Mineração em Biguaçu/SC; 1 da Galaxy em Rio Crespo/RO; 1 da Vale Metais Básicos S.A. em Marabá/PA; 1 da Metalmig Mineração em Itapuã do Oeste/RO. Ainda não há divulgação oficial de dados de entrada em operação, produção, ou geração de empregos, dos possíveis projetos acima.

2.2.1.13.8. Projeções para o Brasil até 2050

As projeções para o Brasil, até 2050, são apresentados na Tabela 10 e nas Figuras 9a, 9b e 9c.

Tabela 10. Projeções para o Brasil, até 2050

	2022	2026	2030	2034	2038	2042	2046	2050
Reservas Medidas (kt contidas) (1)	636	618,7	599,6	578,9	556,6	532,5	506,7	479,4
Produção (kt contidas) (2) (3)	17,3	19,1	20,7	22,3	24,1	25,8	27,3	29
Consumo (kt contidas) (3) (4)	19,9	23,6	24,2	25,9	27,1	29,15	30,82	32,49
Importações (kt contidas) (3)	0,1	0,13	0,19	0,23	0,27	0,31	0,36	0,4
Exportações (kt contidas) (3)	1,3	1,41	1,55	1,67	1,795	1,92	2,045	2,17
Empregos diretos (3) (4)	324	576	625	674	726	777	825	875
Empregos indiretos (3) (4)	753	1115	1209	1303	1405	1503	1595	1693

1. Considerando as reservas medidas e indicadas publicadas pela ANM. É essencial que o setor providencie a conversão gradual e constante das reservas indicadas de minério de estanho para reservas medidas.
2. Considerando as produções das empresas já em operação e os novos projetos divulgados voltados ao crescimento da produção.
3. Considerando crescimento global médio do mercado de minério de estanho de 2,5% até 2027, 1,9% até 2040 e 1,5% a partir de 2041, conforme projeções da Mordor (2022) e VMR (2022).
4. Considerando as projeções de crescimento da produção para atender a demanda.

Figura 9a. Projeções das reservas medidas para o Brasil, até 2050

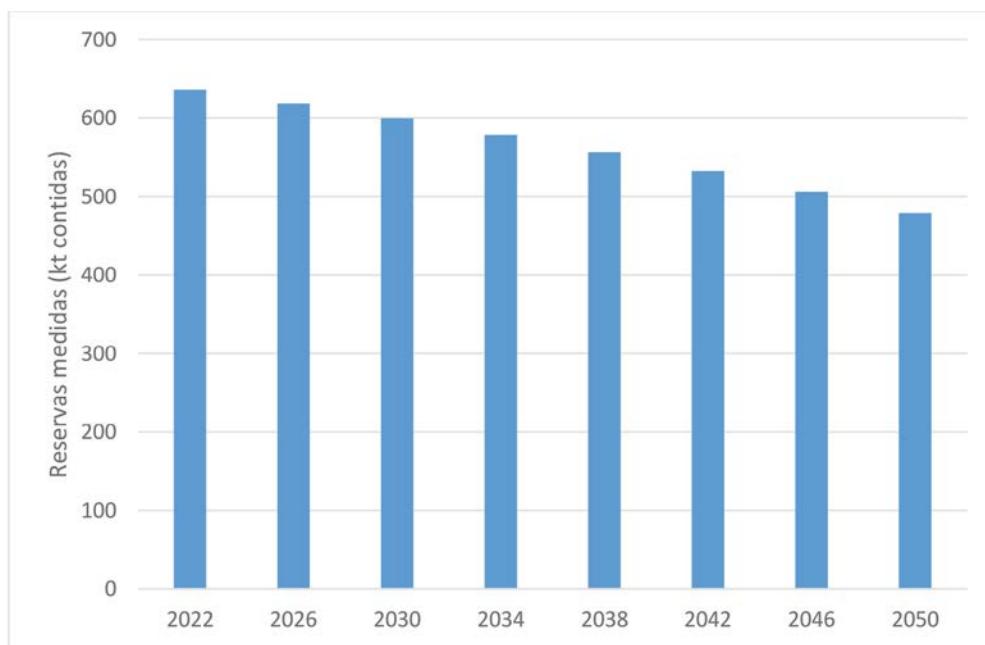


Figura 9b. Projeções da produção, do consumo, das importações e das exportações, para o Brasil, até 2050, em kt contidas.

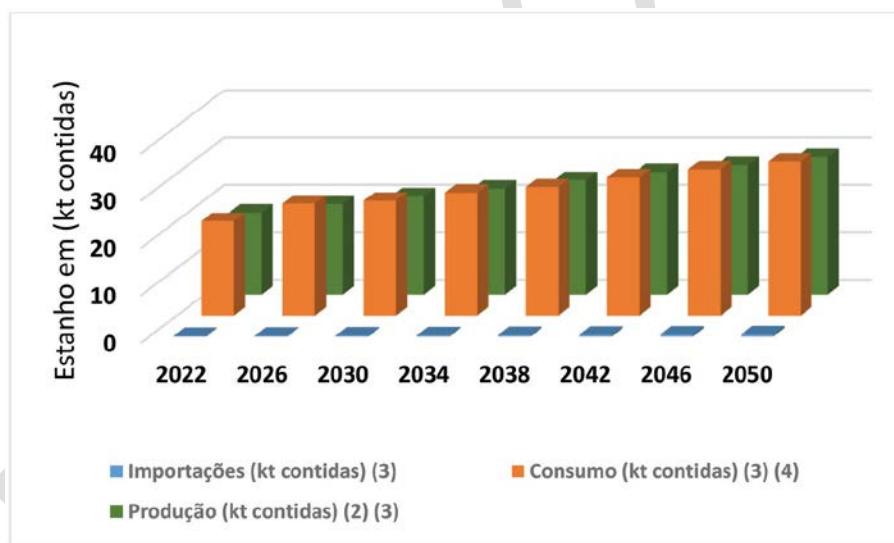
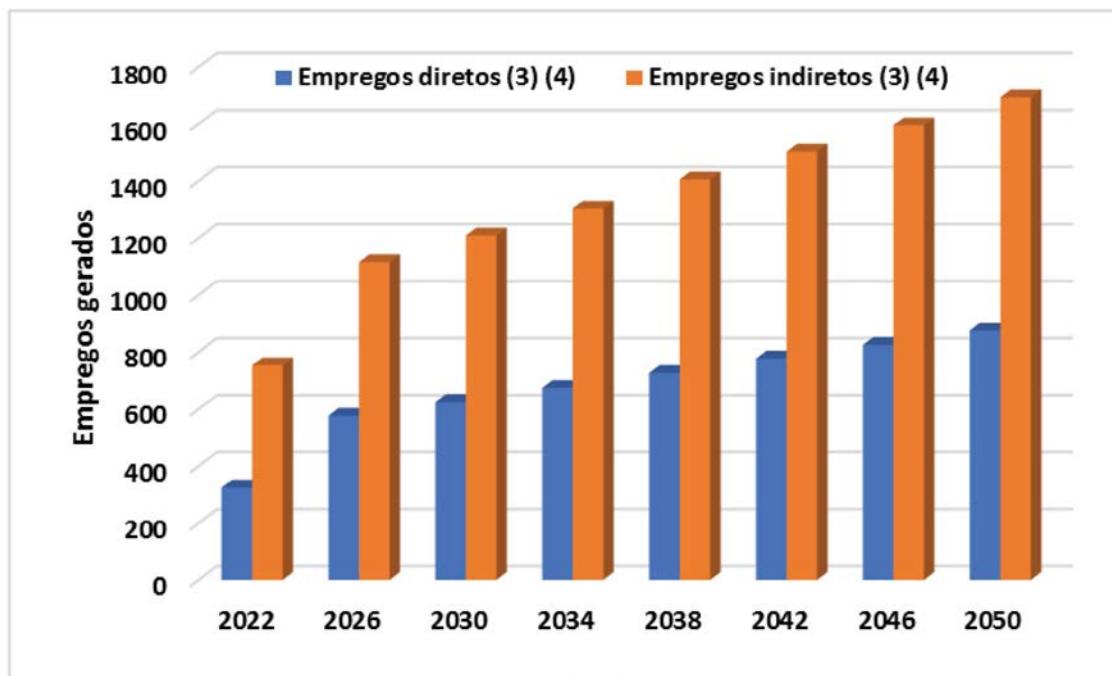


Figura 9c. Projeções da geração de empregos diretos e indiretos para o Brasil, até 2050.



2.2.1.13.9. Projeções para o mundo até 2050

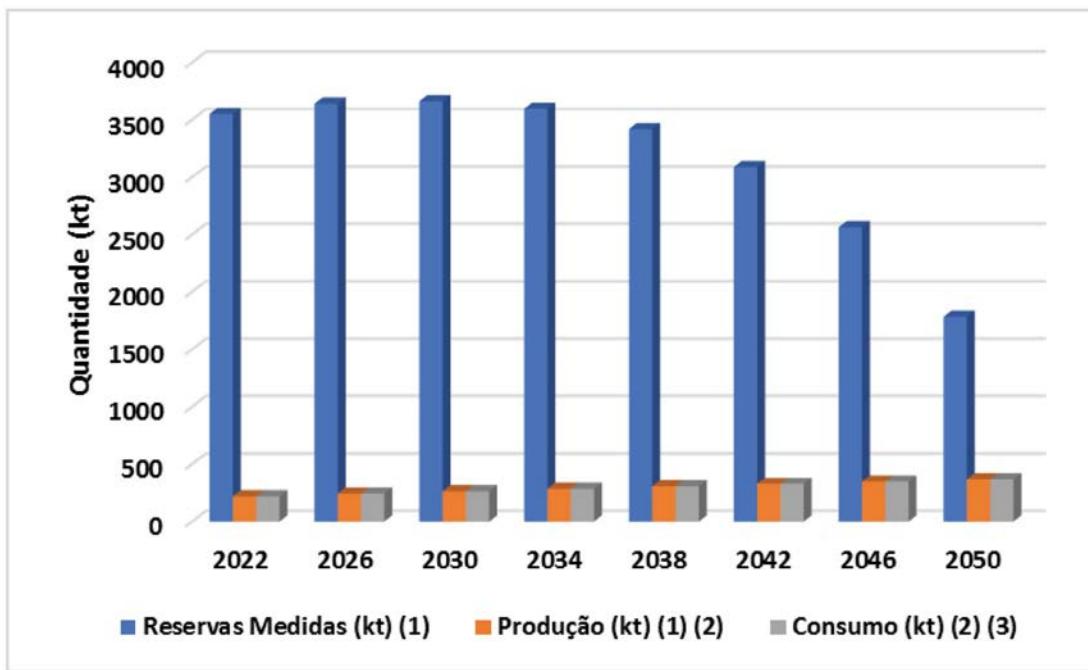
As projeções para o mundo, até 2050, são apresentados na Tabela 11 e na Figura 10.

Tabela 11. Projeções para o mundo, até 2050.

	2022	2026	2030	2034	2038	2042	2046	2050
Reservas Medi-das (kt) (1)	3.550	3.641	3.661	3.597	3.420	3.088	2.563	1.783
Produção (kt) (1) (2)	220	243	263	284	306	328	348	369
Consumo (kt) (2) (3)	220	243	263	284	306	328	348	369

1. Considerando as reservas mundiais da USGS 2022, com depleção anual conforme a projeção da produção mundial.
2. Considerando crescimento global médio do mercado de minério de estanho de 2,5% até 2027, 1,9% até 2040 e 1,5% a partir de 2041, conforme projeções da Mordor (2022) e VMR (2022).
3. Considerando que a produção acompanhará o consumo

Figura 10. Projeções para o mundo, até 2050, em kt contidas



1. Considerando as reservas mundiais da USGS 2022, com depleção anual conforme a projeção da produção mundial.
2. Considerando crescimento global médio do mercado de minério de estanho de 2,5% até 2027, 1,9% até 2040 e 1,5% a partir de 2041, conforme projeções da Mordor (2022) e VMR (2022).
3. Considerando que a produção acompanhará o consumo

Lista de referências:

ANM 2020. Agência Nacional de Mineração. **ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO: PRINCIPAIS SUBSTÂNCIAS METÁLICAS 2020.**

Disponível em:

https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro/amb_2020_ano_base_2019_revisada2_28_09.pdf

Acesso em: 03 jun. 2022.

ANM 2020: Dados internos ANM.

ANM 2019. Agência Nacional de Mineração. **ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO: PRINCIPAIS SUBSTÂNCIAS METÁLICAS 2019.**

Disponível em:

<https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro/>

AMB2019_anobase2018_FINAL.pdf

Acesso em: 03 jun. 2022.

MCS 2022: MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2022, USGS

Disponível em:

<https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022.pdf>

Acesso em: 05 jun. 2022.

MCS 2021: MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2021, USGS

Disponível em:

<https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2021/mcs2021.pdf>

Acesso em: 02 jun. 2022.

MCS 2017: MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2017, USGS

Disponível em:

<https://pubs.er.usgs.gov/publication/70180197>

https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral/sumariomineral_2017

Acesso em: 02 jun. 2022.

MCS 2012: MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2012, USGS.

Disponível em:

<https://d9-wret.s3.us-west-2.amazonaws.com/assets/palladium/production/mineral-pubs/mcs/mcs2012.pdf>

Acesso em: 02 jun. 2022.

U09 2022: United Nations Department of Economic and Social Affairs |

Comtrade Database. SH(4): 2609.

Disponível em:

<https://tft-reg.unctad.org/en/>

Acesso em: 02 jun. 2022.

U10 2022: United Nations Department of Economic and Social Affairs |

Comtrade Database. SH(4): 2609.

Disponível em:

<https://tft-reg.unctad.org/en/>

Acesso em: 02 jun. 2022.

COM 2022: Exportação e Importação Geral. COMEXSTAT MDIC SH(4): 2609

Disponível em:

<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>

Acesso em: 05 jun. 2022.



VMR VM Research 2022: Tin Market Size and Forecast

Disponível em:

<https://www.verifiedmarketresearch.com/product/tin-market/>

Acesso em: 05 jun. 2022.

MORDOR Intelligence 2022: Tin Market – Growth, Trends, Impact and

Forecasts Disponível em:

<https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/tin-market>

EM EDITORAÇÃO

PLANO NACIONAL DE MINERAÇÃO 2050
PNM 2050

SINOPSE 14. Minérios do Grupo da Platina

CADERNO 2: Pesquisa e Produção Mineral

SINOPSE 14. Minérios do Grupo da Platina	265
2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira	266
2.2.1. Tipo Mineral	266
2.2.1.1. Minérios do Grupo da Platina.....	266
2.2.1.1.1. Reservas de Metais do Grupo da Platina (MGP)	266
2.2.1.1.2. Produção de Metais do Grupo Platina (MGP)	268
2.2.1.1.3. Consumo de Metais do Grupo Platina (MGP)	270
2.2.1.1.4. Importações de MGP	272
2.2.1.1.5. Exportações dos MGP	273
2.2.1.1.6. Porte das Empresas e Geração de Empregos.....	274
2.2.1.1.7. Porte dos Projetos em Andamento e/ou Previstos e Geração de Empregos dos MGP	275
2.2.1.1.8. Projeções para o Brasil até 2050 dos Minérios do Grupo da Platina	275
2.2.1.1.9. Projeções para o mundo até 2050 dos Minérios do Grupo da Platina	276

2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira

2.2.1. Tipo Mineral

Metálicos Não-Ferrosos

2.2.1.1. Minérios do Grupo da Platina

Os Minerais do Grupo da Platina (MGP) são representados pela platina (Pt), paládio (Pd), íridio (Ir), ródio (Rh), rutênio (Ru) e ósmio (Os). Os minérios do grupo da platina estão associados aos minérios de estanho, ferro, ouro, nióbio, paládio, tântalo e tungstênio, principalmente. A platina é um elemento químico com baixa reatividade, extraordinária resistência à corrosão, inclusive sob altas temperaturas e é considerada um metal nobre. É utilizada principalmente em joias, conversores catalíticos, equipamentos de laboratório, contatos elétricos, eletrodos, termorresistências e em equipamentos odontológicos e na indústria de joias.

2.2.1.1.1. Reservas de Metais do Grupo da Platina (MGPs)

O registro de reservas medidas em metal contido para os metais do grupo da platina (MGPs) medidas no Brasil, em 2020, informadas pelos Sumários Minerais do DNPM estão registradas na Tabela 1 e Figura 1. Os dados referem-se à Platina (Pt) e Paládio (Pd). Os dados provêm de 2014, entretanto, como não houve produção declarada de nenhum metal do grupo da platina desde 2011, considerou-se que as reservas se mantiveram as mesmas.

Tabela 1. Reservas brasileiras, de Metais do Grupo da Platina (MGPs), em kg contido, em 2020.

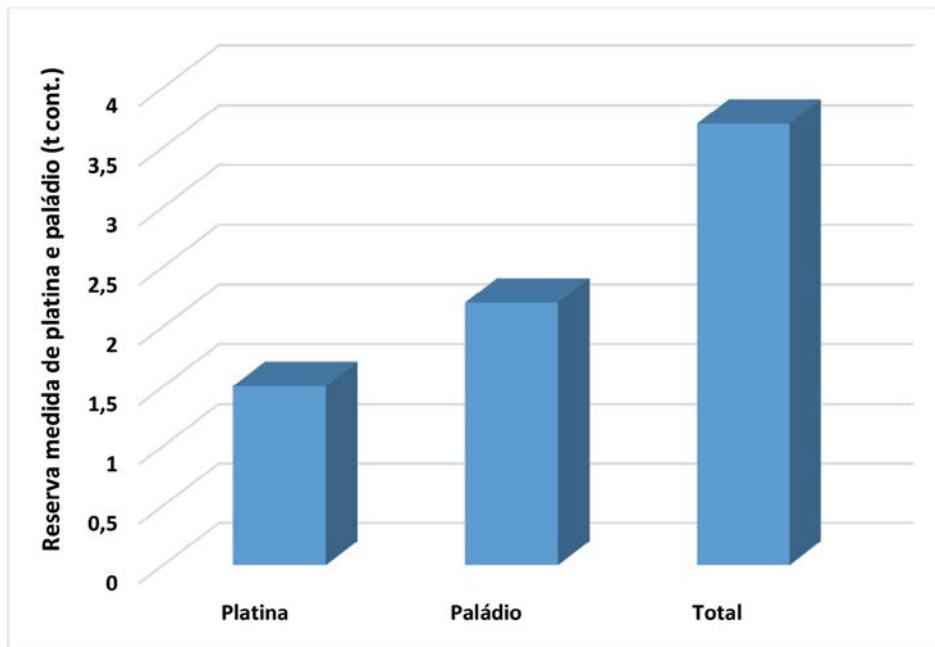
País	Reserva Medida* ** (t cont)		
Brasil	Platina	Paládio	Total
	1,5	2,2	3,7

* Embora os dados relativos a reservas as considerem como medidas, indicadas e inferidas, é importante ressaltar que, a partir de 2022, as classificações obedecerão ao estabelecido pela “Resolução nº 94, de 7 de fevereiro de 2022, do Ministério de Minas e Energia, Agência Nacional de Mineração”

** Dados de 2014, como não houve produção, as reservas se mantiveram

Fonte: DNPM (2014).

Figura 1. Reservas brasileiras, de metais do grupo da platina (MGPs) de 2020.



Fonte: DNPM (2014).

Na atualidade constam no Cadastro Mineiro da Agência Nacional de Mineração (ANM) 177 processos minerários para MGPs. Cerca de 2% dos processos estão em fase de Concessão de Lavra e o restante encontra-se na fase Autorização de Pesquisa. Existem processos desde a década de 1980, com uma maior concentração dos mesmos a partir da década de 2000. A maioria desses processos se concentra nas regiões norte e nordeste e no estado de Minas Gerais.

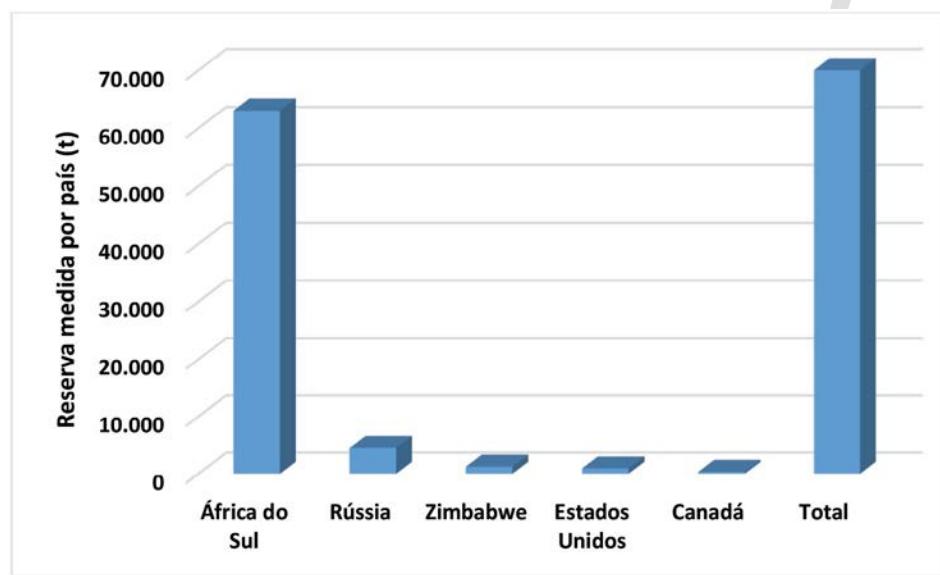
Comparado a outros países, o Brasil não tem reservas expressivas de MGPs. O ranking mundial de reservas medidas de MGPs é mostrado na Tabela 2 e Figura 2, juntamente com os 5 países com maiores reservas no mundo. A Reserva mundial é estimada em 70 kt de MGPs contidos.

Tabela 2. Ranking dos principais países detentores de reservas de MGPs, no ano de 2021.

Colocação	País - 2020	Reserva Medida (t)
1º	África do Sul	63.000
2º	Rússia	4.500
3º	Zimbabwe	1.200
4º	Estados Unidos	900
5º	Canadá	300
	Total	70.000

Fonte: USGS (2022).

Figura 2. Principais países detentores de reservas de MGPs, no ano de 2021.



Fonte: USGS (2022).

As maiores reservas concentram-se na África do Sul, localizadas no Complexo de *Bushveld*, em minas em atividade situadas em *Merensky Reef*, *UG2 Chromite Layer* e *Platreef*. A segunda maior reserva mundial encontra-se na Rússia, em *Noril'sk-Talnakh*.

2.2.1.1.2. Produção de Metais do Grupo Platina (MGPs)

Só houve produção informada no Brasil, de Metais do Grupo Platina (MGPs), no ano de 2011. O Brasil não possui produção relacionada no Mineral Commodity Summaries USGS 2021 – Ano Base 2020.

A produção no Brasil de MGPs, a cada ano, desde 2010 até 2020, é mostrada na Tabela 3.

Tabela 3. Produção brasileira de MGPs contido no minério, de 2010 até o ano de 2021.

Brasil	Produção (Kg cont)											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
MG		0,43										
TOTAL	-	0,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fontes: AMB (2022)

A produção brasileira de MGPs se restringiu a exploração de paládio como subproduto do beneficiamento de Ouro *bullion* que, por sua vez, também é subproduto da produção de minério de ferro, realizado pela Vale S/A na mina Conceição, no Estado de Minas Gerais. Tal produção, em 2011, de 0,43 kg, é proveniente do processamento dos rejeitos.

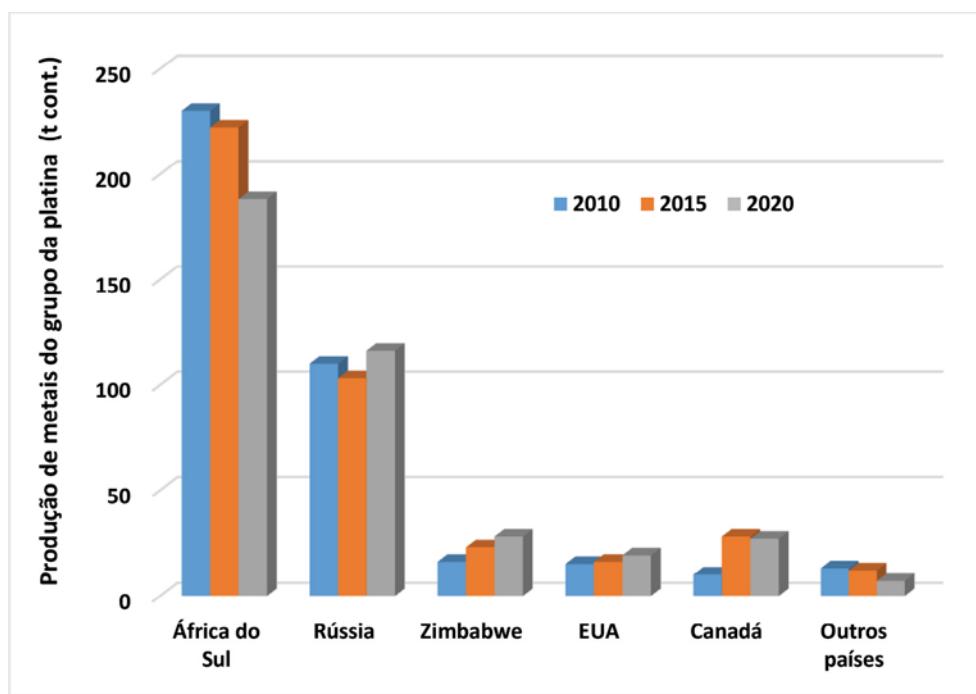
A Tabela 4 e Figura 3 mostram a evolução no ranking mundial dos países com maiores produções de MGPs contido (paládio e platina).

Tabela 4. Evolução no ranking dos principais produtores mundiais de metal contido de MGPs (paládio e platina).

Coloca- ção	2010		2015		2020	
	Países	Produção (t)	Países	Produção (t)	Países	Produção (t)
1º	África do Sul	230	África do Sul	222	África do Sul	186
2º	Rússia	110	Rússia	103	Rússia	116
3º	Zimbábwe	16	Canadá	28	Zimbábwe	28
4º	EUA	15	Zimbábwe	23	Canadá	27
5º	Canadá	10	EUA	16	EUA	19
	Outros Pa- íses	13	Outros Pa- íses	12	Outros Países	7
	Total	394	Total	404	Total	383

Fontes: USGS (2012-2022).

Figura 3. Principais produtores mundiais de metal contido de MGPs.



Fontes: USGS (2012-2022).

A produção de minérios do grupo da platina na África do Sul, o principal fornecedor mundial desses minerais, diminuiu 11% em 2020, na comparação com 2019 devido a bloqueios temporários, relacionados com o COVID-19.

2.2.1.1.3. Consumo de Metais do Grupo Platina (MGPs)

O consumo aparente (produção + importação – exportação) de platina e paládio no Brasil, a cada ano, desde 2010 até 2020, é mostrado na Tabela 5 e no gráfico da Figura 4, com os totais consolidados para o país. Esse cálculo não considera estoque, por isso todo consumo negativo foi zerado.

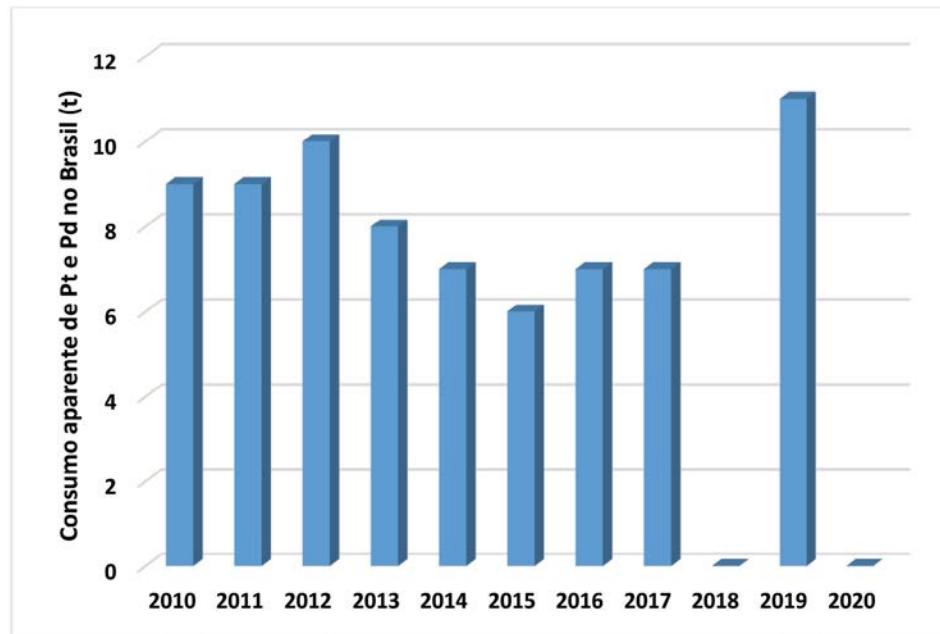
Tabela 5. Consumo aparente* brasileiro de platina e paládio brutos, de 2010 a 2020.

ANO	Consumo (t)										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
BRASIL	9	9	10	8	7	6	7	7	0	11	0

Fontes: U01 2022.

*Consumo Aparente = Produção + Importação – Exportação (sem considerar estoques).

Figura 4. Consumo aparente brasileiro de platina e paládio brutos, de 2010 a 2020.



Fonte: U01 2022

No Brasil, os principais setores demandantes de MGP são as indústrias automotiva (conversores catalíticos automotivos), química/petroquímica (adesivos, borracha sintética, selantes, fibras de poliéster e plástico – PET), joalheira, eletroeletrônica (termopares, nanocircuitos, termostatos, discos rígidos, semicondutores e células combustíveis), do vidro (fibras de vidro, cabos de fibras óticas, tubos de raios catódicos e telas de cristal líquido), de materiais odontológicos, materiais medicinais e, também, na forma de investimentos (ativos financeiros).

O Brasil não apresenta um consumo expressivo, mundialmente. A Tabela 6 e Figura 5 mostram sua evolução no ranking mundial, juntamente com os 6 países com maiores consumos no mundo de platina e paládio brutos. Observe-se aqui que, embora Omã tenha reportado grande importação de MGP's em 2010, como se verá abaixo, seu consumo naquele ano foi desconsiderado nos dados mundiais por este estudo, uma vez que tal importação parece ter consistido de uma operação isolada, não representando tendência perene.

Tabela 6. Ranking dos principais países consumidores aparentes*** de platina e paládio brutos.

Colocação	Países	2010		2015		2020	
		Consumo (t)	Países	Consumo (t)	Países	Consumo (t)	
1º	África do Sul	184	África do Sul	124	África do Sul	115	
2º	Japão*	93	Rússia	97	Japão*	45	
3º	China*	77	Japão*	79	Hong Kong*	45	
4º	R. Tchéquia*	32	China*	73	Alemanha*	37	
5º	Coreia do Sul	22	EUA	71	China*	36	
--	Brasil**	9	Brasil**	6	Brasil**	0	

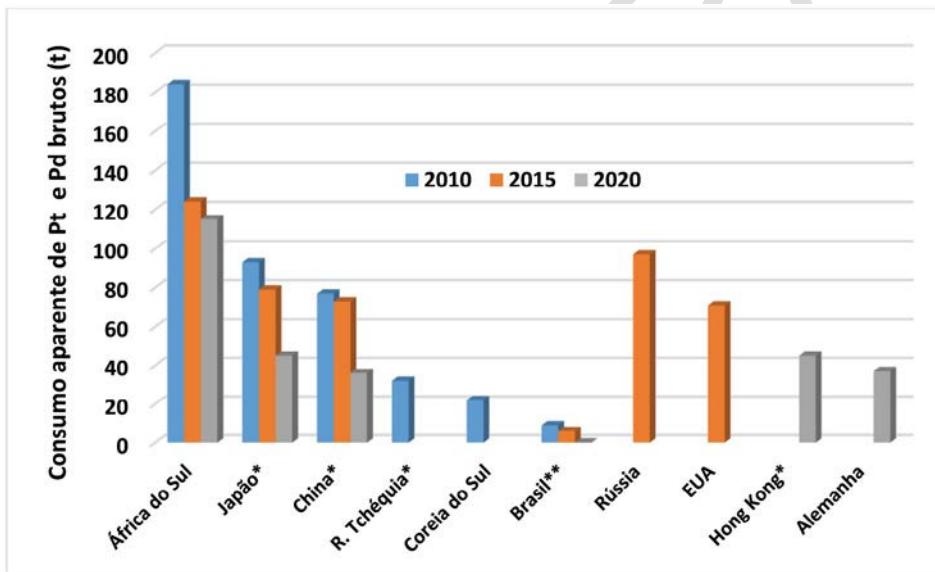
Fontes: U01 (2022); USGS (2012-2022).

*Sem produção declarada

**COMEXSTAT (2022).

***Consumo Aparente = Produção + Importação – Exportação (sem considerar estoques).

Figura 5. Principais países consumidores aparentes de platina e paládio brutos.



Fontes: U01 (2022); USGS (2012-2022); COMEXSTAT (2022).

2.2.1.1.4. Importações de MGPs

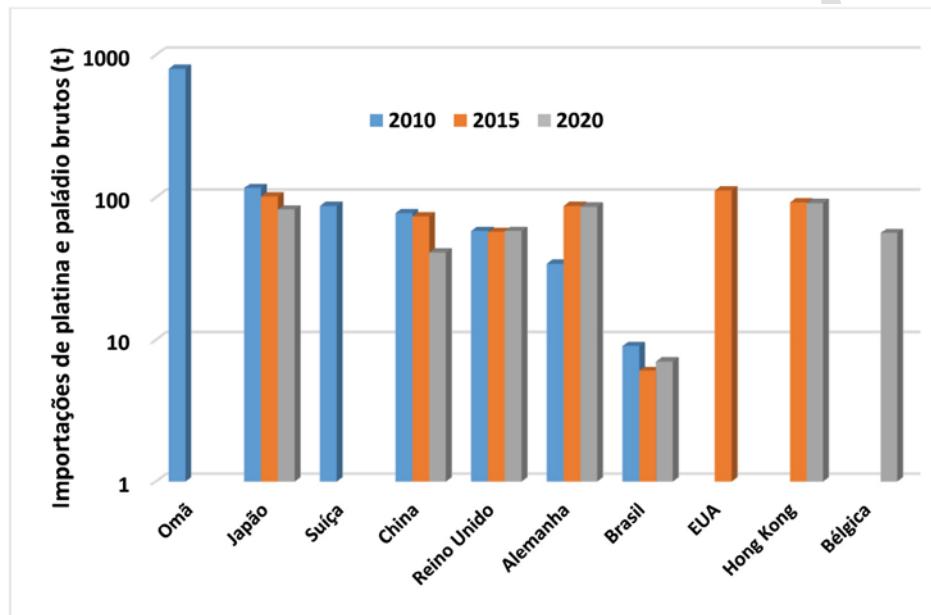
Em 2020, o Brasil se colocou na 15ª posição no ranking mundial de importadores de platina (U01 2022). A Tabela 7 e a Figura 6 mostram a evolução do ranking mundial, juntamente com os 6 países maiores importadores.

Tabela 7. Ranking dos principais países importadores de platina e paládio brutos.

Coloca- ção	2010		2015		2020	
	País	Importação (t)	País	Importação (t)	País	Importa- ção (t)
1º	Omã	800	EUA	111	Hong Kong	91
2º	Japão	116	Japão	101	Alemanha	86
3º	Suíça	87	Hong Kong	92	Japão	82
4º	China	77	Alemanha	87	Reino Unido	58
5º	Reino Unido	58	China	73	Bélgica	56
6º	Alemanha	34	Reino Unido	57	China	41
	Brasil (14º)	9	Brasil (13º)*	6	Brasil (12º)	7
	Total	1.346	Total	653	Total	564

Fontes: U01 (2022); *COMEXSTAT (2022).

Figura 6. Principais países importadores de platina e paládio brutos.



Fontes: U01, (2022) e Comexstat, (2022).

2.2.1.1.5. Exportações dos MGPs

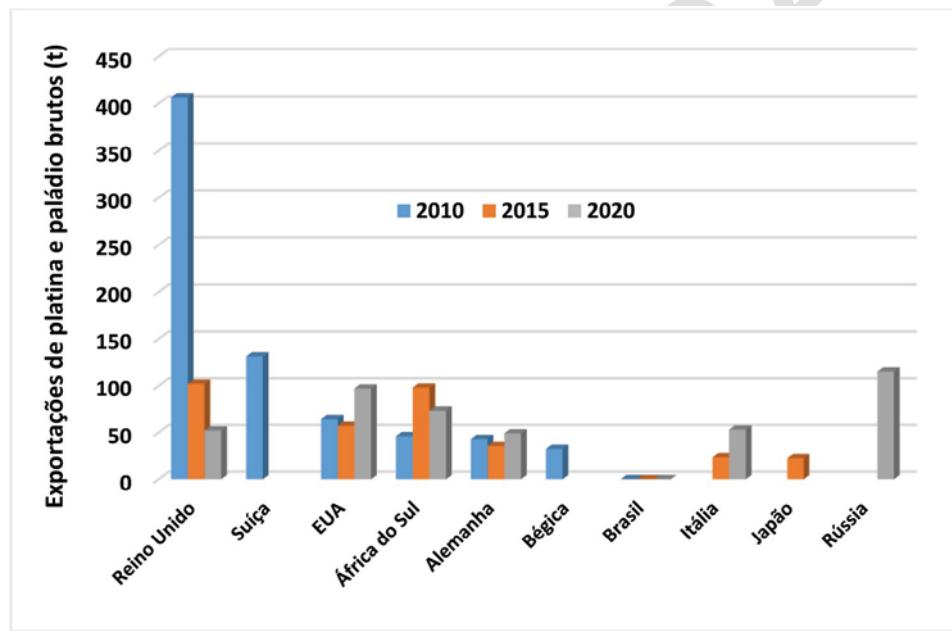
O Brasil tem uma exportação de MGPs irrelevante, mundialmente. A Tabela 8 e a Figura 7 mostram a evolução do ranking mundial, com os 6 países maiores exportadores.

Tabela 8. Ranking dos principais países exportadores de platina e paládio brutos.

Colocação	País	2010		2015		2020	
		Exportação (t)	País	Exportação (t)	País	Exportação (t)	
1º	Reino Unido	407	Reino Unido	102	Rússia	115	
2º	Suíça	131	África do Sul	98	EUA	97	
3º	EUA	64	EUA	57	África do Sul	73	
4º	África do Sul	46	Alemanha	35	Itália	53	
5º	Alemanha	43	Itália	23	Reino Unido	52	
6º	Bélgica	32	Japão	22	Alemanha	49	
	Brasil	0	Brasil	0	Brasil	0	

Fonte: U01 (2022).

Figura 7. Principais países exportadores de platina e paládio brutos.



Fonte: U01 (2022).

2.2.1.1.6. Porte das Empresas e Geração de Empregos

A produção brasileira de MGPs, em momentos esporádicos, se restringe a exploração de paládio como subproduto do beneficiamento de Ouro *bullion*, que por sua vez, também é subproduto da produção de minério de ferro, realizada pela Vale S/A na mina Conceição, no Estado de Minas Gerais. Não há empresas dedicadas à produção de MGP's no Brasil.

2.2.1.1.7. Porte dos Projetos em Andamento e/ou Previstos e Geração de Empregos dos MGPs

Segundo a base de dados ANM, há 5 requerimentos de lavra para os MGPs, indicando possíveis projetos no futuro: 4 projetos da MLOG S.A. em Morro do Pilas – MG e 1 da BPGM Mineração em Curionópolis – PA. No entanto, não há dados oficiais divulgados de previsão de entrada em operação, de volume de produção, ou de geração de empregos.

2.2.1.1.8. Projeções para o Brasil até 2050 dos Minérios do Grupo da Platina

A Tabela 9, abaixo, apresenta projeções para o Brasil até 2050, referentes aos metais do grupo da platina, em estado bruto, juntamente com os parâmetros adotados para a estimativa dos dados.

Tabela 9. Estimativas de projeção para o Brasil até 2050, referentes aos metais do grupo da platina, em estado bruto.

	2022	2026	2030	2034	2038	2042	2046	2050
Reservas Medidas (t) (1)	3,7	3,8	3,9	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3
Produção (kg) (2)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Consumo (t) (3)	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0
Importações (t)	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0
Exportações (kg)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Empregos diretos	0	0	0	0	0	0	0	0
Empregos indiretos	0	0	0	0	0	0	0	0

¹Considerando as reservas atuais, com aumento de 0,5% a cada ano, em função dos resultados de pesquisas minerais em andamento.

²Considerando que o volume de reservas não deve justificar abertura de operação.

³Considerando manutenção do pico de consumo aparente da última década até 2050 e assumindo que a gradual substituição da frota nacional por veículos elétricos reduzirá a pressão sobre o uso dos MGP's em catalisadores, sendo destinados aos demais usos.

Os Minérios do Grupo da Platina são listados na Resolução Nº 2 de 2021 da Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral do Ministério de Minas Energia (SGM/MME), que definiu 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 março de 2021. Esse Decreto instituiu a Política de Apoio ao Licenciamento Ambiental de Projetos de Investimentos para a Produção de Minerais Estratégicos - Pró-Minerais Estratégicos, dispondo sobre sua qualificação no âmbito do Programa de Parcerias de Investimentos da Presidência da República. Os

mesmos são assim considerados como bens minerais que têm importância pela sua aplicação em produtos e processos de alta tecnologia.

2.2.1.1.9. Projeções para o mundo até 2050 dos Minérios do Grupo da Platina

As projeções para o mundo, referentes aos metais do grupo da platina, em estado bruto, até 2050, considerando o cenário atual e o cenário futuro, são apresentados na Tabela 10, juntamente com os parâmetros adotados.

Tabela 10. Estimativas de projeção para o Brasil até 2050, referentes aos metais do grupo da platina, em estado bruto.

	2022	2026	2030	2034	2038	2042	2046	2050
Reservas Medidas (kt)	70.000	68.480	66.960	65.440	63.920	62.400	60.880	59.360
Produção (kt)	380	380	380	380	380	380	380	380
Consumo (kt)	380	380	380	380	380	380	380	380

¹Considerando as reservas atuais, para avaliar a necessidade mundial de novas reservas.

²Considerando manutenção da produção de estimada de 2021 (USGS, 2022), mesmo com diminuição da demanda por MGP's, em função da substituição gradual da frota mundial por veículos elétricos.

³Considerando que o consumo igualará a produção, ainda que como estoque de metal precioso.

As reservas mundiais de MGP's devem permanecer em um nível confortável, embora boa parte dos MGP's sejam extraídos, principalmente, como subproduto das minerações de estanho, ferro, ouro, nióbio, paládio, tântalo e tungstênio.

O eventual declínio na produção de veículos de combustíveis fósseis deve resultar na diminuição da demanda por paládio, platina e ródio, usados em conversores catalíticos.

Em 2021 os preços médios anuais estimados de paládio, platina e rutênio aumentaram 18%, 35% e 88%, respectivamente, em comparação com os de 2020, enquanto o preço para o ródio dobrou e o do irídio mais que triplicou, porém deve-se considerar a supressão de demanda em 2020, em função da retração de produção causada pela pandemia de COVID-19. Os preços do irídio, ródio e rutênio atingiram recordes em 2021.

Lista de referências:

Anuário Mineral Brasileiro – Dados Abertos - Agência Nacional de Mineração (ANM) - 2020.

Cadastro Mineiro da Agência Nacional de Mineração (ANM) – Março de 2022.

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - Minerais Estratégicos e Terras Raras, Brasília, 2014.

Código de Mineração – Decreto-Lei Nº 227 de 28 de fevereiro de 1967 e atualizações.

Ministério de Minas e Energia - Plano Nacional de Mineração 2030 - Brasília, 2010.

Mineral Commodity Sumaries – USGS – 2010 a 2022.

Navarro, G, R. B.; Zanardo. A.; Montibeller, C. C.; Leme T.G. - Livro de referências de minerais comuns e economicamente relevantes – 2017.

Recursos Minerais no Brasil – Problemas e Desafios - Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 2016.

Schobbenhaus, C., Dardenne, M. A., Metalogênese do Brasil. Editora da UnB, Brasília, 2001.

Sumário Mineral – Edições de 2010 a 2018 – Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM).

Tratamento de Minérios – 6ª Edição – CETEM/MCTIC, Rio de Janeiro, 2018.

DNPM, 2014, Sumário Mineral Brasileiro 2014 em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral/sumario-mineral-brasileiro-2014/view>

USGS, 2022, MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2022, USGS em <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022.pdf>

AMB, 2022, Anuário Mineral Brasileiro em https://app.anm.gov.br/DadosAbertos/AMB/Producao_Bruta.csv

USGS, 2012-2022, Platinum-Group Metals Statistics and Information em: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/platinum-group-metals-statistics-and-information>

COMEXSTAT, 2022, Exportação e Importação Geral. Subposição 711011 (platina) e 711021 (paládio) em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>

U01, 2022, United Nations Department of Economic and Social Affairs | Comtrade Database. SH(6): 711011 (platina) e 711021 (paládio) em: <https://comtrade.un.org/data/>

PLANO NACIONAL DE MINERAÇÃO 2050
PNM 2050

SINOPSE 15. Minério de Níquel

CADERNO 2: Pesquisa e Produção Mineral

SINOPSE 15. Minério de Níquel.....	278
2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira.....	279
2.2.1. Tipo Mineral.....	279
2.2.1.15. Minério de níquel.....	279
2.2.1.15.1. Reservas de níquel.....	279
2.2.1.15.2. Produção de minério de níquel	281
2.2.1.15.3. Consumo brasileiro de níquel	284
2.2.1.15.4. Importações de níquel	286
2.2.1.15.5. Exportações de níquel	288
2.2.1.15.6. Porte das Empresas e Geração de Empregos.....	290
2.2.1.15.7. Porte dos Projetos em Andamento e/ou Previstos e Geração de Empregos	291
2.2.1.15.8. Projeções para o Brasil, até 2050	292
2.2.1.15.9. Projeções para o mundo até 2050	293

2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira

2.2.1. Tipo Mineral

Metálicos Não-ferrosos

2.2.1.15. Minério de níquel

Com larga utilização em diversos segmentos, o níquel é destinado principalmente à produção de aço inoxidável e baterias. Trata-se de um elemento metálico de demanda mundial crescente, principalmente por causa das baterias, com aumento de sua participação no setor de metais (BNDES, 2015). As reservas de minério de níquel são distribuídas por vários países, mas a Indonésia tem se destacado, recentemente, na sua produção. O Brasil já teve uma posição mais destacada na indústria global de níquel, mas várias minas fecharam na década passada, devido aos baixos preços e falta de competitividade. O potencial de crescimento de mercado é positivo, principalmente pelo seu uso em baterias de lítio.

2.2.1.15.1. Reservas de níquel

As reservas medidas no Brasil de minério de níquel em 2021 são de 16,0 Mt contidas, segundo a USGS (2022), que é um valor considerado compatível com estimativas anteriores da ANM (2017).

Não há informações recentes da distribuição dessas reservas no território nacional. No entanto, com base em estimativas anteriores do DNPM (2010), os principais estados detentores de reservas de minério de níquel no Brasil são Goiás, Pará, Bahia, Piauí e Minas Gerais. Tais reservas colocam o Brasil, no ano de 2021, na terceira posição no ranking mundial em reservas medidas de minério de níquel, conforme mostrado na Tabela 1 e na Figura 1, juntamente com os demais países com maiores reservas no mundo.

Indonésia e Austrália têm as maiores reservas mundiais conhecidas de níquel, com 21% cada país. O Brasil é o terceiro maior detentor de reservas, com 17%.

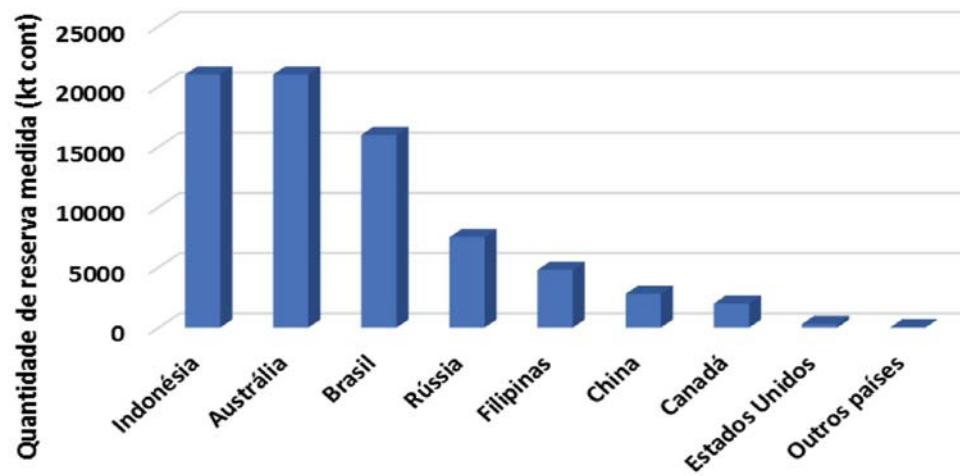
Vários outros países declaram a parcela remanescente de 39% das reservas mundiais.

Tabela 1. Ranking dos principais detentores mundiais das reservas de níquel, no ano de 2020.

Colocação País	Reserva Medida (kt contidas)
Indonésia	21.000
Austrália	21.000
Brasil	16.000
Rússia	7.500
Filipinas	4.800
China	2.800
Canadá	2.000
Estados Unidos	300
Outros países	20
Total	>95.000

Fonte: USGS, (2022).

Figura 1. Principais detentores mundiais das reservas de níquel, no ano de 2020.



Fonte: USGS, (2022).

2.2.1.15.2. Produção de minério de níquel

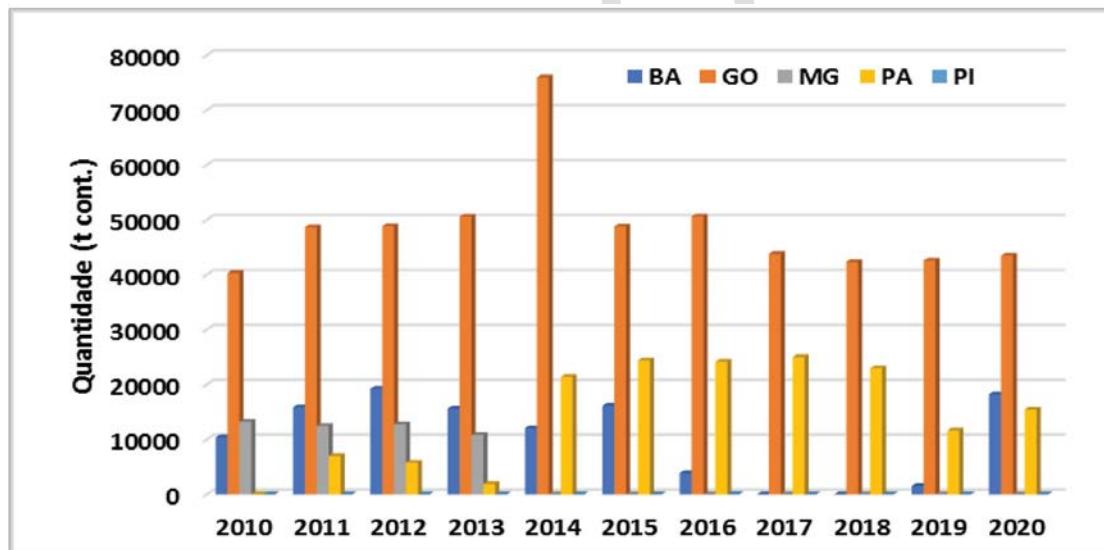
A produção brasileira de níquel, a cada ano, desde 2010 até 2020, é mostrada na Tabela 2, por estado da federação, e na Figuras 2a e 2b, com os totais consolidados para o país.

Tabela 2. Produção brasileira de níquel, de 2010 a 2021.

Produção de níquel (t contidas)											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
BA	10.375	15.854	19.253	15.622	12.048	16.112	3.876	0	0	1.523	18.223
GO	40.320	48.660	48.858	50.587	75.956	48.800	50.615	43.800	42.310	42.578	43.484
MG	13.211	12.444	12.773	10.800	0	0	0	0	0	17	8
PA	0	6.970	5.765	1.884	21.393	24.390	24.134	25.003	22.944	11.643	15.427
PI	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0
TOTAL	63.905	83.929	86.649	78.893	109.397	89.302	78.651	68.803	65.254	55.761	77.142

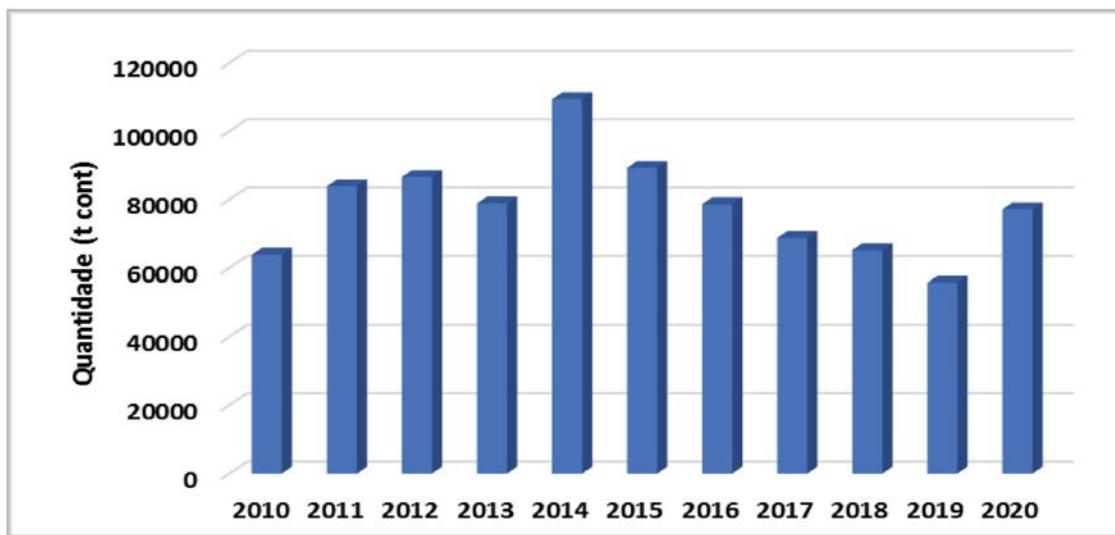
Fonte: AMB, (2022a).

Figura 2a. Produção brasileira de níquel, por estado, de 2010 a 2021.



Fonte: AMB, (2022a).

Figura 2b. Produção de níquel do Brasil, de 2010 a 2021.



Fonte: AMB, (2022a).

Atualmente 56% da produção provém do estado de Goiás, seguido pelo estado da Bahia (24%) e do Pará (20% da produção brasileira).

A produção de níquel no Brasil teve alguns fatores de redução, recentemente:

- o grupo Votorantim paralisou as atividades da mina em Niquelândia, GO, em 2016, com dispensa de 800 funcionários, em função da queda nos preços;
- a Votorantim Metais paralisou as atividades em Fortaleza de Minas, MG, em 2013 em função do mercado desfavorável;
- as atividades de mineração da Vale, na mina de Onça-Puma, tiveram que ser suspensas, temporariamente, por decisão judicial, em 2021.

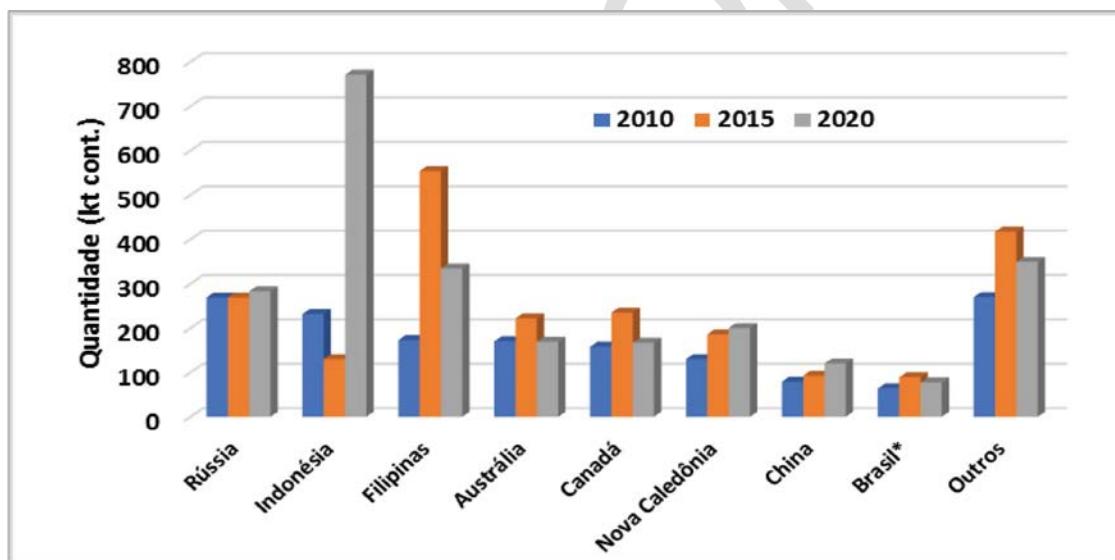
Sua produção coloca o Brasil, no ano de 2020, na oitava posição no ranking mundial de produtores de níquel. A Tabela 3 e a Figura 3 mostram a evolução do ranking mundial, juntamente com os 10 países com maiores produções.

Tabela 3. Ranking dos principais produtores mundiais de níquel.

Colocação	Países	2010		2015		2020	
		Produção (kt conti- das)	Países	Produção (kt conti- das)	Países	Produção (kt conti- das)	Países
1º	Rússia	269	Filipinas	554	Indonésia	771	
2º	Indonésia	232	Rússia	269	Filipinas	334	
3º	Filipinas	173	Canadá	235	Rússia	283	
4º	Austrália	170	Austrália	222	Nova Cale- dônia	200	
5º	Canadá	158	Nova Cale- dônia	186	Austrália	169	
6º	Nova Cale- dônia	130	Indonésia	130	Canadá	167	
7º	China	79	China	93	China	120	
8º	Brasil*	64	Brasil*	89	Brasil*	77	
9º	Outros	270	Outros	417	Outros	349	
	Total	1590	Total	2280	Total	2510	

Fontes: USGS, (2012- 2022) e *AMB, (2022a).

Figura 3. Principais produtores mundiais de níquel.



Fontes: USGS, (2012- 2022) e *AMB, (2022a).

A produção mundial cresceu 39% entre 2010 e 2015 e decresceu 13% entre 2015 e 2020. A Indonésia é atualmente o principal produtor, com 31% da produção mundial, e o país que mais cresceu a produção no período.

2.2.1.15.3. Consumo brasileiro de níquel

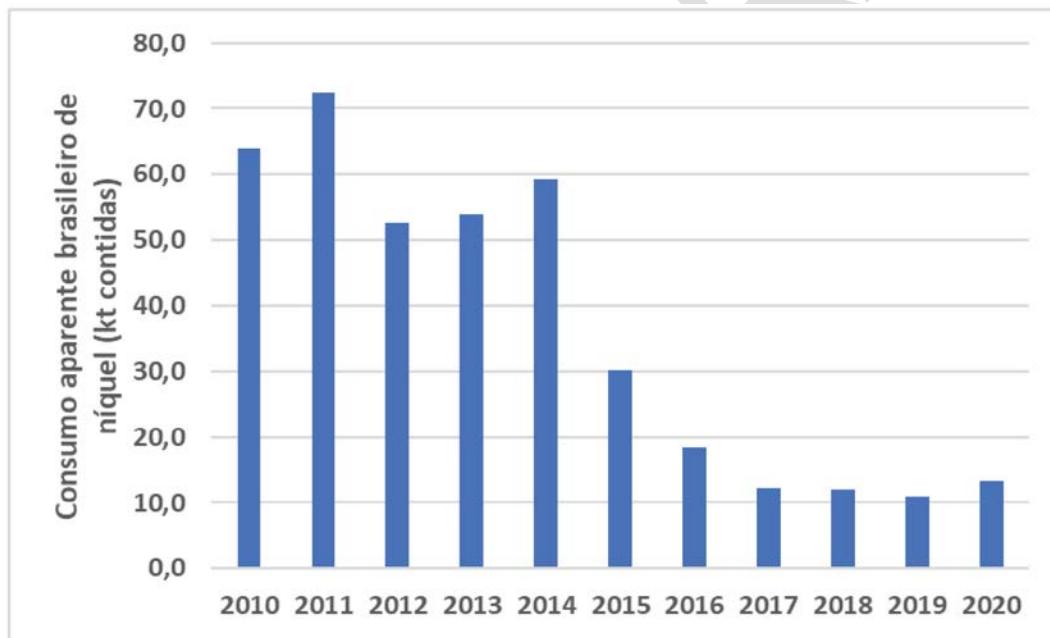
O consumo aparente nacional de níquel contido em Fe-Ni e concentrados de níquel (produção + importação – exportação), a cada ano, desde 2010 até 2020, é mostrado na Tabela 4 e na Figura 4. O teor médio de níquel no Fe-Ni foi considerado como de 27% e no concentrado de 14%. O estoque não é levado em consideração, na estimativa do consumo aparente.

Tabela 4. Consumo aparente brasileiro de níquel em Fe-Ni e concentrado, de 2010 a 2020

Brasil	Consumo Aparente de Níquel (kt contidas)										
	2010	2011	2012	2013*	2014	2015	2016	2017*	2018	2019	2020
Total	63,9	72,3	52,6	53,8	59,1	30,2	18,4	12,1	12,1	10,9	13,2

Fontes: AMB, (2022) e COMEXSTATS MDIC, (2022).

Figura 4. Consumo aparente brasileiro de níquel em Fe-Ni e concentrado, de 2010 a 2020.



Fontes: AMB, (2022) e COMEXSTATS MDIC, (2022).

As ligas de ferro-níquel e os mates (estes com teores que podem variar de 30 a 70% de Ni) são as fontes de consumo de maior representatividade no mercado nacional de níquel. Seja na forma de concentrados, ou liga Fe-Ni, o Brasil não se encontra entre os principais países consumidores.

A Tabela 5 e Figura 5 mostram o ranking mundial dos maiores consumidores de minério e concentrados de níquel no mundo.

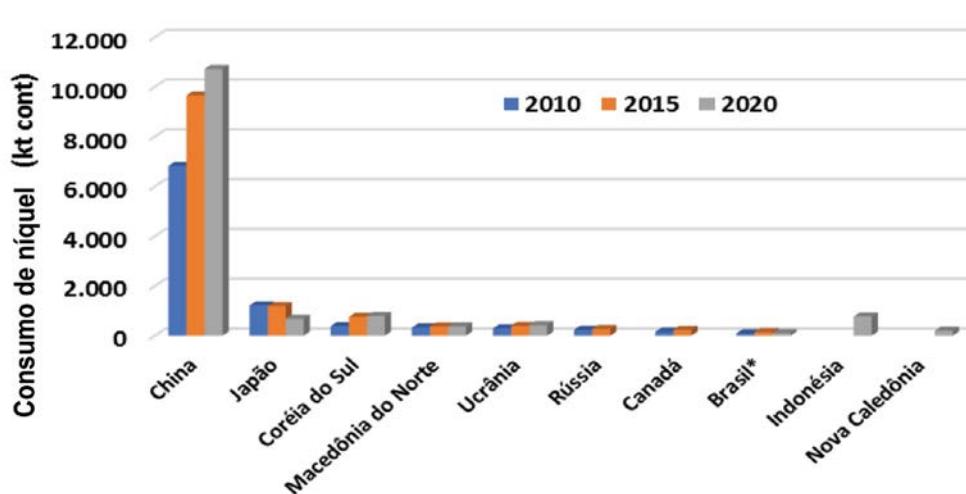
Tabela 5. Ranking dos principais consumidores mundiais de minério e concentrados de níquel.

Colocação	Países	2010		2015		2020	
		Consumo (kt contínuas)	Países	Consumo (kt contínuas)	Países	Consumo (kt contínuas)	Países
1º	China	6.824	China	9.655	China	10.719	
2º	Japão	1.220	Japão	1.187	R. Coreia	792	
3º	R. Coreia	389	R. Coreia	754	Indonésia	771	
4º	Macedônia do Norte	327	Ucrânia	395	Japão	680	
5º	Ucrânia	292	Macedônia do Norte	367	Ucrânia	420	
6º	Rússia	241	Rússia	269	Macedônia do Norte	373	
7º	Canadá	158	Canadá	235	Nova Caledônia	200	
	Brasil*	64	Brasil*	30	Brasil*	13	

Fontes: USGS, (2022); U01, (2022); AMB, (2022) e COMEXSTAT MDIC, (2022).

Nota: *Abaixo da 8ª posição – consumo de Fe-Ni e concentrado.

Figura 5. Principais consumidores mundiais de minérios e concentrados níquel.



Fontes: USGS, (2022); U01, (2022); AMB, (2022) e COMEXSTAT MDIC, (2022).

2.2.1.15.4. Importações de níquel

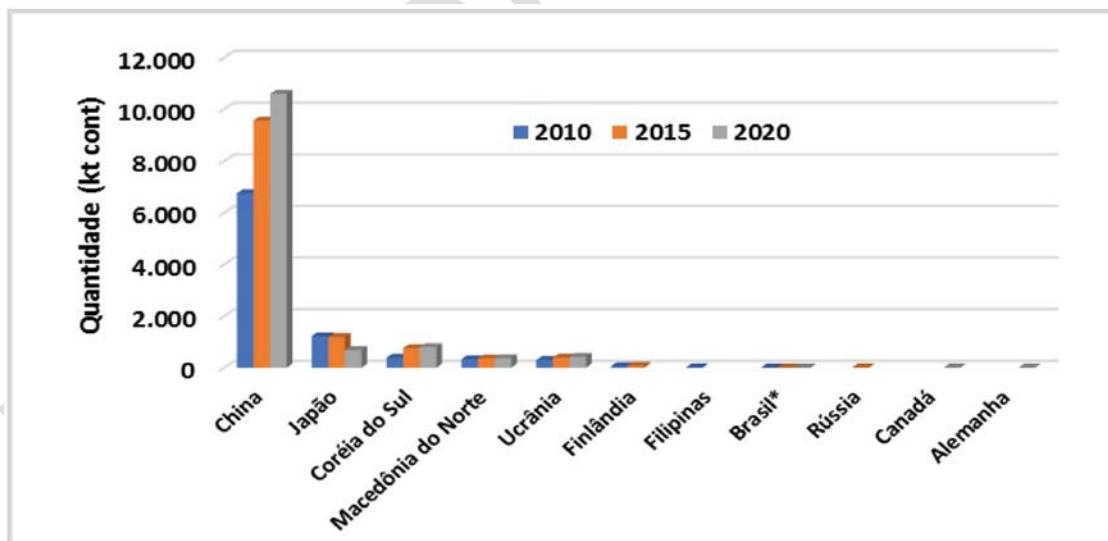
O Brasil não reporta importações relevantes de níquel. A Tabela 6 e as Figuras 6a e 6b mostram a evolução do ranking mundial dos países com maiores importações de minérios e concentrados no mundo.

Tabela 6. Ranking dos principais importadores mundiais de minérios e concentrados de níquel.

Colocação	Países	2010		2015		2020	
		Importação (kt contí- das)	Países	Importação (kt contí- das)	Países	Importação (kt contí- das)	Países
1º	China	6.745	China	9.562	China	10.599	
2º	Japão	1.220	Japão	1.187	R. Coreia	792	
3º	R. Coreia	389	R. Coreia	754	Japão	680	
4º	Macedônia do Norte	327	Ucrânia	395	Ucrânia	420	
5º	Ucrânia	292	Macedônia do Norte	367	Macedônia do Norte	373	
6º	Finlândia	59	Finlândia	73	Canadá	5	
7º	Filipinas	9	Rússia	8	Alemanha	1	
	Brasil	0,01	Brasil	0,11	Brasil	0,04	

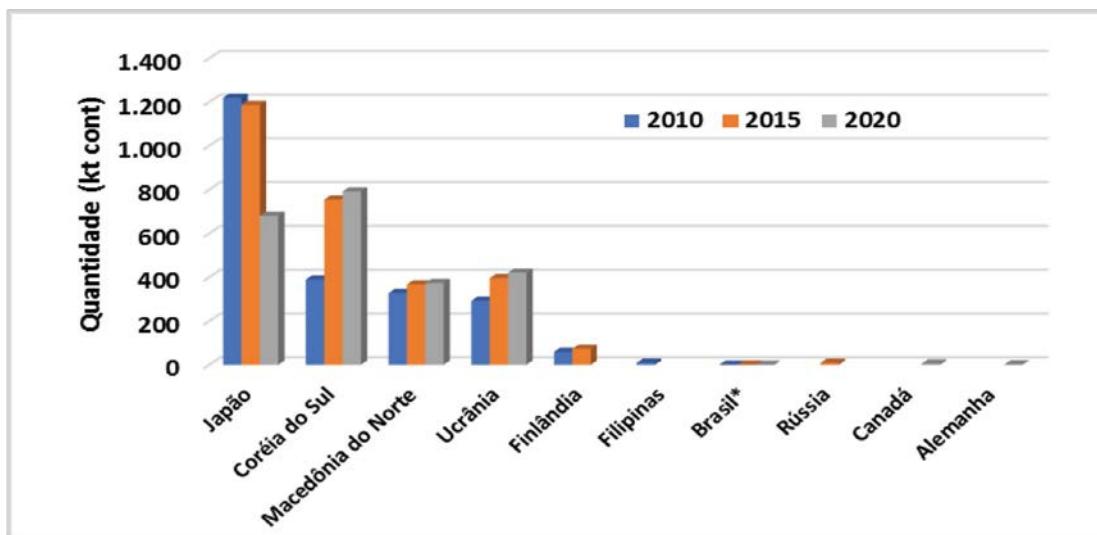
Fontes: U01, (2022); e COMEXSTAT MDIC, (2022).

Figura 6a. Principais importadores mundiais de minérios e concentrados de níquel.



Fontes: U01, (2022); e COMEXSTAT MDIC, (2022).

Figura 6b. Principais importadores mundiais de minérios e concentrados de níquel, exceto a China



Fontes: U01, (2022); e COMEXSTAT MDIC, (2022).

A China lidera o ranking de importações de minérios e concentrados níquel em todo o período 2010 a 2020, sendo que o Japão e a República da Coreia (Coreia do Sul) se alternam na 2^a e 3^a posições, embora em níveis significativamente menores.

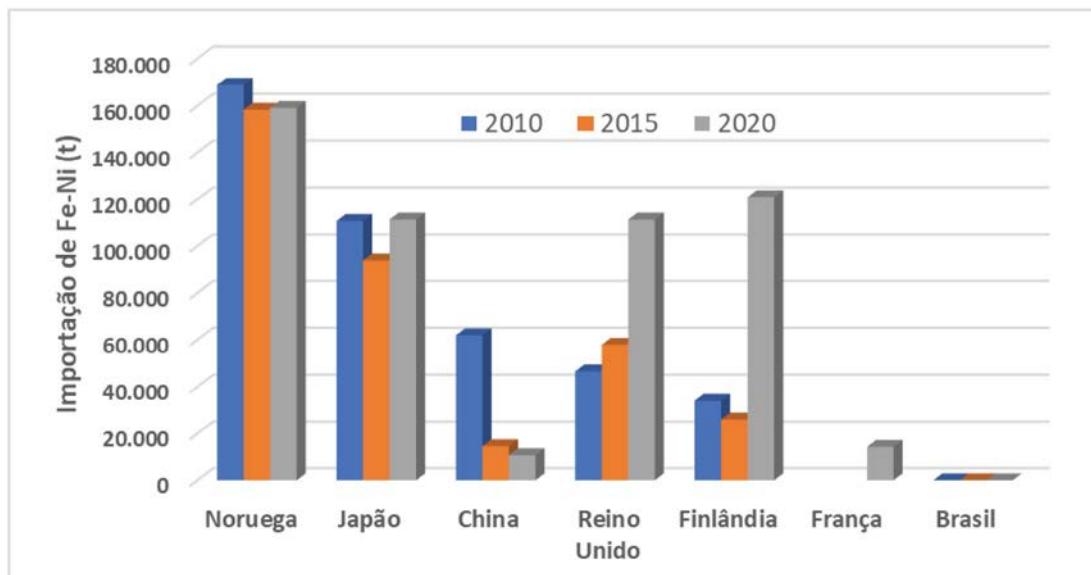
Quando se trata de Fe-Ni, o volume de importações do Brasil o coloca, no ano de 2015, na 24^º posição no ranking mundial e a Tabela 7 e a Figura 7 mostram sua evolução, juntamente com os 5 países com maiores importações. O Brasil está entre os últimos países importadores de níquel no mundo. A Noruega é o principal importador, desde 2010. Em 2020, os principais importadores são Noruega, Finlândia e a União Europeia.

Tabela 7. Ranking dos 5 principais importadores mundiais de Fe-Ni, mais o Brasil.

Colocação	2010		2015		2020	
	Países	Importação (kt contidas)	Países	Importação (kt contidas)	Países	Importação (kt contidas)
1º	Noruega	168.922	Noruega	158.354	Noruega	159.130
2º	Japão	110.821	Japão	93.957	Finlândia	121.031
3º	China	61.911	Reino Unido	57.917	Japão	111.441
4º	Reino Unido	46.574	Finlândia	26.041	França	14.323
5º	Finlândia	33.989	China	14.626	China	10.812
6º	33º Brasil	0,02	21º Brasil	1,45	Brasil	0

Fonte: U02 (2022)

Figura 7. Principais importadores mundiais de Fe-Ni, mais o Brasil.



Fonte: U02 (2022)

2.2.1.15.5. Exportações de níquel

Quanto à exportação de mares de níquel, o volume colocou o Brasil, no ano de 2010, na 4º posição no ranking mundial, como se vê na Tabela 8, porém perdendo o protagonismo nos anos posteriores, em função da paralisação de produção da Votorantim Metais e de uma unidade da Anglo American. Os principais exportadores mundiais em 2020 foram Rússia, Indonésia e Canadá (U03 2022, World Bank 2022).

Tabela 8. Ranking dos principais exportadores mundiais de mares de níquel.

Colocação	Países	2010		2015		2020	
		Exportação (kt)	Países	Exportação (kt)	Países	Exportação (kt)	
1º	Indonésia	112	Indonésia	103	Rússia	121	
2º	Canadá	70	Canadá	77	Indonésia	91	
3º	Botswana	63	Botswana	44	Canadá	71	
4º	Brasil	29	África do Sul	10	Zimbábue	11	
5º	Nova Caledônia	20	Zimbábue	9	Alemanha	6	

Fonte: U03 (2022)

Quanto à exportação de Fe-Ni, o volume colocou o Brasil, no ano de 2020, na 2º posição no ranking mundial, como se vê na Tabela 9, mostrando sua transição da produção de mate, para a produção de ferro-níquel, em função da entrada das operações da Vale e da Anglo American gerando tal produto. Os principais exportadores mundiais em 2020 foram Indonésia, Brasil e Japão (U02 2022, World Bank 2022).

Tabela 9. Ranking dos principais exportadores mundiais de Fe-Ni.

Colocação	2010		2015		2020	
	Países	Exportação (kt)	Países	Exportação (kt)	Países	Exportação (kt)
1º	Nova Caledônia	174	Japão	234	Indonésia	2.875
2º	Japão	165	Nova Caledônia	211	Brasil	210
3º	Colômbia	141	Indonésia	182	Japão	151
4º	Ucrânia	88	Brasil	150	Colômbia	125
5º	Indonésia	80	Colômbia	129	Myanmar	82

Fonte: U02 (2022).

Quando se considera a exportação de minérios e concentrados de níquel, segundo os dados registrados no Comtrade (U01, 2022), o Brasil coloca-se em uma relevante 8ª posição nas exportações globais, a partir da segunda metade da década passada. Na Tabela 10 mostra-se os principais países exportadores de minérios e concentrados de níquel, de 2010 a 2020.

Tabela 10. Ranking dos principais exportadores mundiais de minérios e concentrados de níquel.

Colocação	2010		2015		2020	
	Países	Exportação (kt)	Países	Exportação (kt)	Países	Exportação (kt)
1º	Indonésia	17.566	Filipinas	29.932	Filipinas	39.397
2º	Filipinas	14.502	N. Caledônia	4.583	Guatemala	1.534
3º	N. Caledônia	4.904	Guatemala	2.612	Turquia	342
4º	Austrália	360	Austrália	362	Austrália	221
5º	Turquia	173	Albânia	283	Zimbábue	155
6º	Espanha	107	Zimbábue	218	Rússia	150
7º	Rússia	103	Espanha	164	Finlândia	78
	Brasil (31º)	0,02	Brasil	132	Brasil	53

Fontes: U01, (2022).

Quando se considera o mercado de níquel, com base nos dados de comércio exterior, é importante considerar que os produtos são registrados em grandes categorias. Aqui são consideradas as categorias “Minérios e concentrados de níquel”, sob o código HS260400 (U01,2022), “Ferro-ligas; ferro-níquel”, código HS720260 (U01, 2022), e “Mates de níquel”, código HS750110 (U03,2022). Para o cálculo da massa de níquel contido, como não há disponibilidade de teor exato de níquel em cada remessa, e como o Brasil comercializa principalmente concentrados de níquel e ferro-níquel, foram adotados para tais produtos, respectivamente, os teores de 14%Ni e 27%Ni, para os cálculos de consumo nacional, em conformidade com valores típicos da produção brasileira, de acordo com a base de dados da ANM (ANM, 2022a).

Há que se notar a diversidade dos produtos de cada país nos rankings de países para o níquel, já que há variações expressivas de teor nos mates, no Fe-Ni e, com mais intensidade ainda, nos minérios e concentrados. Países como o Brasil, o Canadá e a Austrália, nesse grupo, exportam primordialmente concentrados de relativamente alto teor, enquanto os países nas primeiras colocações são grandes exportadores de minérios pouco beneficiados, implicando em menores comércios de níquel contido, do que indica a Tabela 10.

2.2.1.15.6. Porte das Empresas e Geração de Empregos

A Tabela 11, abaixo, mostra um panorama das empresas produtoras de níquel no Brasil no ano de 2020, conforme seu porte, em termos de produção, e listando ainda os estados da federação onde estão instaladas suas operações e os números de empregos diretos e indiretos gerados.

Tabela 11. Panorama das empresas produtoras de níquel no Brasil, todas de grande porte de produção, no ano de 2021.

Empresa	Produção (t ROM)	Beneficiado (t)	Estado	Empregos diretos	Empregos indiretos
Anglo American Níquel Brasil Ltda	3.519.592	159.992 (26,09% Ni)	GO	1.347	2.694
Vale S.A.	2.647.940	73.855 (25,83% Ni)	PA	1.300	2.600
Atlantic Nickel Mineração Ltda.	6.281.020	108.421 (14,00% Ni)	BA	2.017	4.034
Brasil	12.448.552	342.268	BR	4.664	9.328

Fonte: ANM (2022)

A Tabela 11 mostra que 60% da produção nacional de minério de níquel provém do estado de Goiás, 28% do Pará e 12% da Bahia. Em relação ao porte das empresas, a classificação segundo o volume de produção de ROM (minério de níquel) evidencia que os empreendimentos das empresas Anglo American, Vale e Atlantic são considerados de grande porte.

2.2.1.15.7. Porte dos Projetos em Andamento e/ou Previstos e Geração de Empregos

Segundo a base de dados ANM (2022), há 64 requerimentos de lavra para minério de níquel, indicando possíveis projetos no futuro:

- 8 requerimentos da Companhia Níquel Santa Fé em Iporá/GO, Israelândia/GO e Jussara/GO;
- 7 requerimentos da Vale Metais Básicos S.A. em Água Azul do Norte/PA, Canaã dos Carajás/PA, São Félix do Xingu/PA e Tucumã/PA.
- 7 requerimentos da Mineradora Invi Ltda em Diorama/GO, Iporá/GO, Jussara/GO, Montes Claros de Goiás/GO e Santa Fé de Goiás/GO.
- 7 requerimentos da Companhia Brasileira de Alumínio em Montes Claros de Goiás/GO.
- 6 requerimentos da Vale S.A. em Água Azul do Norte/PA, Parauapebas/PA, São Félix do Xingu/PA, Jussara/GO e Marabá/PA
- 5 requerimentos da Companhia Baiana de Pesquisa Mineral (CBPM) em Castro Alves/BA, Santa Terezinha/BA, Ibicuí/BA (2) e Ipiraú/BA
- 4 requerimentos da ANGLO American Níquel Brasil em Barro Alto/GO e São Félix do Xingu/PA.
- 3 requerimentos da Guaporé Mineração em Comodoro/MT e Nova Lacerda/MT.
- 2 requerimentos da Mineral Group Participações em Sapucaia/PA e Xinguara/PA.
- 1 requerimento da BPGM Mineração em Curionópolis/PA.
- 1 requerimento da Mineração Vale Verde Ltda em São Tomé/RN.
- 1 requerimento da Centaurus Níquel em São Félix do Xingu/PA.
- 1 requerimento da Mineradora Santa Barbara em Trindade/GO.
- 1 requerimento da Serra Alta Mineração em Monte do Carmo/TO.
- 1 requerimento da Impex em Xinguara/PA.
- 1 requerimento da Orcigran Mineração em São Tomé/RN.
- 1 requerimento da Trias Brasil Mineração Ltda. em Canaã dos Carajás/PA.

- 1 requerimento da Araguaia Níquel Metais em Xinguara/PA.
- 1 requerimento da Mineração JS em Fortaleza de Minas/MG.
- 1 requerimento da Master níquel em Conceição de Ipanema/MG.
- 1 requerimento da Mineração Aldeia do Vale em Goiás/GO.
- 1 requerimento da Nexa Resourse em Limoeiro/PE.
- 1 requerimento da Brazilian Nickel em Capitão Gervásio/PI, para produzir 3 Mt de minério bruto (ROM), empregando 668 empregos diretos. (Brazilian Nickel, 2017).
- 1 requerimento da Horizonte Minerals em Conceição do Araguaia/PA, para produzir 3 Mt médio de minério bruto (ROM), empregando 500 trabalhadores diretos (Horizonte Minerals, 2018)

Conforme a lista de requerimentos de lavra ativos, a maior parte dos requerimentos estão nos estados do Pará e Goiás, sendo os demais distribuídos entre Bahia, Tocantins, Minas Gerais, Mato Grosso e Rio Grande do Norte. Não há informações oficiais divulgadas dos possíveis projetos acima, com respeito à produção, data de início de operação, ou geração de empregos.

2.2.1.15.8. Projeções para o Brasil, até 2050

Com relação ao panorama do mercado brasileiro de níquel, a Tabela 12 apresenta as projeções de indicadores selecionados.

Tabela 12. Projeções de indicadores selecionados relativos ao mercado brasileiro do níquel.

	2020	2022	2026	2030	2034	2038	2042	2046	2050
Reservas Medidas (kt Ni) (1)	16.000	16.325	16.952	17.538	18.062	18.499	18.818	18.981	18.940
Produção (kt Ni) (2)	77,0	84,9	103,2	125,4	152,5	185,3	225,2	273,8	332,8
Consumo (kt Ni) (3)	13,6	36,0	43,8	53,2	64,6	78,6	95,5	116,1	141,1
Importações (kt Ni) (4)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Exportações (kt Ni) (5)	64,0	49,3	59,8	72,6	88,2	107,1	130,1	158,1	192,1
Empregos diretos (6)	4.664	4.852	5.252	5.685	6.154	6.661	7.210	7.805	8.448
Empregos indiretos (6)	9.328	9.705	10.505	11.371	12.308	13.323	14.421	15.610	16.896

1. Considerando as reservas em 2020, com aumento em um cenário intermediário de 1,5% ao ano, em função do previsível êxito de projetos de pesquisa mineral e da conversão de recursos em reservas.

2. Considerando, em um cenário intermediário, que a produção do Brasil acompanhe as projeções do cenário transformador do IPEA (2022), levando em conta que o Minerals Council da Austrália (MAS, 2020) prevê um crescimento global da demanda de níquel ser de aproximadamente 5% aa até 2030 e que esta tendência se mantenha para o Brasil até 2050.
3. Considerando, em um cenário intermediário, em que o crescimento do consumo do Brasil acompanhe as projeções do cenário transformador do IPEA (2022), levando em conta que o Minerals Council da Austrália (MAS, 2020) prevê um crescimento global da demanda de níquel ser de aproximadamente 5% aa até 2030 e que esta tendência se mantenha até 2050, dada a grande demanda de aço e a conversão da frota para veículos elétricos no país. Considerando ainda um aumento de curto prazo de 20kt de Ni ao ano proveniente de Fe-Ni e concentrados, usados no cálculo do consumo aparente.
4. Considerando que a produção continue a atender todo o consumo do Brasil, havendo importações apenas em demandas esporádicas.
5. Considerando que o Brasil exportará todo o seu excedente de níquel.
6. Considerando, em um cenário intermediário, que o crescimento do número de empregos será de 2% ao ano, para um aumento da produção de 5% ao ano.

2.2.1.15.9. Projeções para o mundo até 2050

A Tabela 13 apresenta as projeções de indicadores selecionados, relativos ao panorama do mercado mundial de níquel.

Tabela 13. Projeções de indicadores selecionados relativos ao mercado mundial do níquel.

	2020	2022	2026	2030	2034	2038	2042	2046	2050
Reservas Medidas (kt.Ni) (1)	95.000	97.506	101.436	103.312	102.464	98.348	89.907	76.218	55.931
Produção (kt.Ni) (2)	2.510	2.767	3.364	4.089	4.783	5.595	6.483	7.439	8.537
Consumo (kt.Ni) (3)	2.510	2.767	3.364	4.089	4.783	5.595	6.483	7.439	8.537

1. Considerando as reservas atualizadas de níquel para 2020, com dedução anual da produção e reposição média de 4% das reservas medidas a cada ano, convertidas a partir de novos projetos e dos recursos identificados.
2. Considerando o cenário de crescimento da demanda de níquel conforme as projeções do Minerals Council da Austrália (MCA, 2020), que prevê um crescimento global da demanda de aproximadamente 5% aa até 2030. Na década seguinte, o crescimento global da demanda foi considerado a 4% aa e na década de 2040, 3,5% aa.
3. Considerando que a produção acompanhará o consumo.

Pode-se ainda considerar, em um cenário mais otimista, maior taxa de aumento de reservas, e um crescimento de produção e consumo de 6,5% ao ano, este último conforme divulgação da agência Wood Mackenzie (Mac 2022).

Lista de referências:

- BNDES, 2015, Panorama e tendências do mercado de níquel
- Brasil Mineral, 2022, <https://www.brasilmineral.com.br/noticias/operacoes-no-brasil-tem-queda-na-producao-em-2021>
- Brazilian Nickel, 2021, http://piauiniquel.com.br/pagina/docs/RIMA_PNM.pdf
- DNPM/ANM, 2016-2021, Anuário Mineral Brasileiro (Metálicos)
- DNPM/ANM 2011-2018, Sumário Mineral Brasileiro
- Horizonte Minerals, 2018, Estudo De Viabilidade Confirma Projeto De Níquel De Baixo Custo E Vida Útil Longa No Araguaia em: <https://horizonteminerals.com.br/pt/imprensa/2018/resultados-do-estudo-de-viabilidade/>
- Ibram, 2020, Informações sobre a economia mineral brasileira 2020 – Ano base 2019
- USGS, Mineral Commodities Summaries 2012-2022, <https://pubs.er.usgs.gov/publication/mcs2022>
- MCA 2020: Commodities Outlook, Minerals Council of Austrália, 2020. minerals.org.au
- AMB 2022a: Anuário Mineral Brasileiro em https://app.anm.gov.br/DadosAbertos/AMB/Producao_Beneficiada.csv
- U01, 2022. United Nations Comtrade Database, código de substância HS260400 (minérios e concentrados de níquel) em: <https://comtrade.un.org/data>
- U02, 2022. United Nations Comtrade Database, códigos de substância HS750110 (níquel e Fe-Ni de níquel) em: <https://comtrade.un.org/data>
- COMEXSTAT MDIC, 2022. Exportação e Importação Geral, SH (6): 750110 (níquel e Fe-Ni de níquel) em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>
- Mac 2022. <https://www.woodmac.com/news/opinion/nickel-and-copper-building-blocks-for-a-greener-future/>, em 04 de abril de 2022.

PLANO NACIONAL DE MINERAÇÃO 2050
PNM 2050

SINOPSE 16. Minério de Ouro

CADERNO 2: Pesquisa e Produção Mineral

SINOPSE 16. Minério de Ouro	295
2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira	296
2.2.1. Tipo Mineral	296
2.2.1.16. Minério de ouro.....	296
2.2.1.16.1. Reservas de minério de ouro	296
2.2.1.16.2. Produção de minério de ouro.....	299
2.2.1.16.3. Consumo de ouro	301
2.2.1.16.4. Importações de ouro	304
2.2.2.16.5. Exportações de ouro	305
2.2.2.16.6. Porte das Empresas e Geração de Empregos	306
2.2.2.16.7. Porte dos Projetos em Andamento e/ou Previstos e Geração de Empregos	307
2.2.2.16.8. Projeções para o Brasil até 2050.....	307
2.2.2.16.9. Projeções para o mundo até 2050	308

2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira

2.2.1. Tipo Mineral

Metálicos Não-Ferrosos.

2.2.1.16. Minério de ouro

Um dos principais metais produzidos no país, o ouro tem grande relevância econômica, social, territorial e estratégica. O ouro ocorre disseminado em minérios de ganga, geralmente quartzo, e sulfetos, especialmente pirita. Este metal é matéria prima para joias, tem grande importância para aplicações tecnológicas, como o setor eletrônico e a área de saúde, além de ser utilizado como ativo financeiro, lastro e instrumento cambial. No século XVIII, houve o ciclo do ouro, quando a extração e a exportação do ouro representaram atividades preponderantes na economia do Brasil Colônia, com atividades de mineração artesanal nos estados de Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso. Desde então, a maior parte da produção de ouro no país é ligada à mineração de grande porte, principalmente na região do Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais, além da Bahia, Goiás e Pará. Ao mesmo tempo, o ouro também é produzido por meio de uma grande dispersão de minerações de pequeno porte e de garimpos, setor que inclui uma parcela de operações informais e ilegais. A presente sinopse foi elaborada utilizando dados e informações de produção de operações formalizadas de ouro.

2.2.1.16.1. Reservas de minério de ouro

As reservas medidas no Brasil de minério de ouro, em 2020, foram de 2.100 t_{cont} (ANM, 2020), enquanto as reservas indicadas foram de 5.257 t_{cont} (ANM 2020) e as inferidas de 1.561 t_{cont} (ANM 2020), com distribuição no território nacional conforme mostrado na Tabela 1 e na Figura 1.

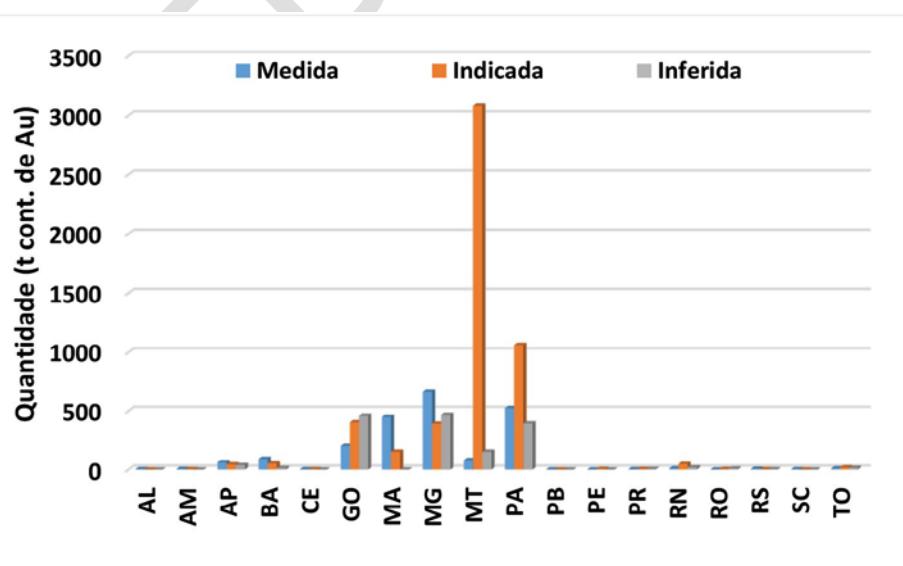
Tabela 1. Reservas brasileiras, por estado, de minério de ouro, em 2020, em toneladas de metal contido.

Estado	Reserva Medida (em t de ouro contido no minério)*	Reserva Indicada (em t de ouro contido no minério)*	Inferida Medida (em t de ouro contido no minério)*
AL	1,1	0,0	0,0
AM	4,3	2,2	0,0
AP	61,8	44,1	37,7
BA	88,9	50,8	11,7
CE	0,6	1,5	0,0
GO	199,9	401,4	457,6
MA	447,8	150,1	0,0
MG	665,4	390,3	465,5
MT	78,3	3.079,1	150,2
PA	523,5	1.061,2	392,7
PB	0,0	0,0	0,0
PE	0,0	2,6	0,0
PR	1,9	3,0	4,4
RN	10,2	47,9	18,2
RO	0,0	3,4	8,2
RS	6,4	1,6	1,3
SC	1,2	0,5	0,0
TO	8,9	17,7	13,4
Brasil	2.100,2	5.257,4	1.561,0

Fonte: ANM (2020).

**Embora os dados relativos a reservas as considerem como medidas, indicadas e inferidas, é importante ressaltar que, a partir de 2022, as classificações obedecerão ao estabelecido pela “Resolução nº 94, de 7 de fevereiro de 2022, do Ministério de Minas e Energia, Agência Nacional de Mineração”.*

Figura 1. Reservas brasileiras de ouro, por estado, em 2020.



Fonte: ANM (2020).

Observando-se a soma das Reservas Medidas e Indicadas, contidas na Tabela 1, temos que 43% das reservas de minério de ouro brasileiras estão localizadas no estado do Mato Grosso, seguido pelo estado do Pará, com 22% e Minas Gerais, com 14%. Segundo a ANM (2020), a produção de ouro no ano de 2020 foi de 96,8 toneladas, sendo 77% produção industrial e 23% produção garimpeira. Considerando-se este patamar de produção e da demanda correspondente, estima-se que a reserva medida teria um horizonte de exaustão da ordem de 22 anos, caso novas reservas não viessem a ser acrescentadas. Considerando as reservas medidas mais indicadas, a duração das reservas se estenderia por 76 anos. Regionalmente, as reservas se concentram na região Centro-Oeste (51%), seguida pela região Norte (23%) e pela região Sudeste (14%).

Essas reservas colocam o Brasil, no ano de 2020, na 7^a posição no ranking mundial em reservas medidas de minério de ouro, conforme mostrado na Tabela 2 e Figura 2, juntamente com os países maiores detentores de reservas.

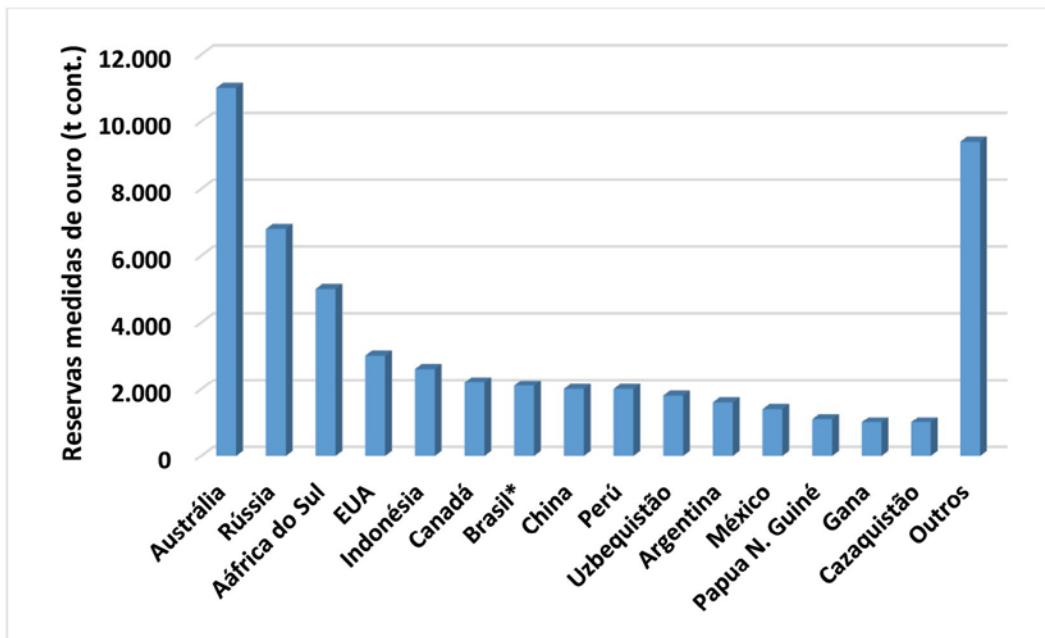
O ranking das maiores reservas de minério de ouro do mundo tem a Austrália em 1º lugar, com 20% das reservas globais, as quais são estimadas em 54.000 toneladas de metal contido. Em conjunto com Rússia, em 2º e a África do Sul, em 3º, o trio engloba 42% das reservas mundiais. O Brasil, no 7º lugar, detém 3,9% das reservas mundiais. Regionalmente, as reservas se distribuem entre a Oceania (29%), Américas (28%) e Ásia (26%), seguidas à distância pela África (9%).

Tabela 2. Ranking dos principais países detentores de reservas de minério de ouro, no ano de 2020.

Colocação	País	Reserva Medida (t de ouro contido no minério)
1º	AUSTRALIA	11.000
2º	RUSSIA	6.800
3º	AFRICA DO SUL	5.000
4º	EUA	3.000
5º	INDONESIA	2.600
6º	CANADA	2.200
7º	BRASIL*	2.100
8º	CHINA	2.000
9º	PERU	2.000
10º	UZBEQUISTAO	1.800
11º	ARGENTINA	1.600
12º	MEXICO	1.400
13º	PAPUA NOVA GUINE	1.100
14º	GANA	1.000
15º	CAZAQUISTAO	1.000
	Outros	9.400
	Total	54.000

Fontes: MCS (2022); *ANM (2020).

Figura 2. Principais países detentores de reservas de minério de ouro, no ano de 2020.



Fonte: MCS (2022); *ANM (2020).

2.2.1.16.2. Produção de minério de ouro

A produção de ouro no Brasil, de 2010 a 2020, é apresentada na Tabela 3, por estado da Federação, com os totais produzidos pela mineração em escala industrial no país, em toneladas de metal contido. A produção da atividade garimpeira está estimada com um valor global para o país e, por ser uma estimativa, não é apresentada sua distribuição pelos estados.

A produção de ouro em escala industrial, no Brasil, durante a última década, está tradicionalmente concentrada nos estados de Minas Gerais (48%), Pará (15%) e Goiás (13%). A Bahia aparece em 4º lugar, com 9%, seguida pelo estado do Mato Grosso, com 6%, e o Amapá, com 5%. A atividade garimpeira do ouro contribuiu em média com 17% da produção do metal na última década, superando 23% do total em 2020.

Tabela 3. Produção brasileira de ouro, por estado, de 2010 a 2020.

Produção (toneladas de ouro)											
Estado	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
AP	0,3	0,0	0,0	5,2	4,9	3,8	4,5	4,1	3,8	3,8	3,9
BA	6,0	5,6	5,8	5,0	5,1	5,2	6,2	6,2	6,8	7,6	7,7
GO	9,1	8,5	8,0	8,4	9,7	10,4	10,5	10,2	9,4	6,7	7,4
MG	30,5	31,0	29,7	31,0	33,0	32,0	32,3	28,3	32,1	34,8	34,1
MT	4,1	4,9	5,4	7,5	5,9	4,2	2,6	2,6	3,1	2,8	3,2
PA	4,3	4,9	4,5	7,4	9,0	11,8	13,5	14,3	14,2	14,2	13,3
PR	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
TO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MA	0,5	1,3	2,3	2,5	2,3	1,2	0,0	0,0	0,0	2,3	4,6
Outras UF	0,3	0,4	0,6	0,6	0,7	0,5	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0
INDUSTRIAL	55,6	57,0	56,7	68,0	71,1	69,5	70,3	66,4	69,6	72,5	74,5
GARIMPO	6,5	8,2	10,1	11,6	9,9	13,4	23,6	13,6	13,4	14,4	22,4
TOTAL	62,0	65,2	66,8	79,6	81,0	82,9	93,9	80,1	83,1	86,9	96,8

Fonte: AMB (2022).

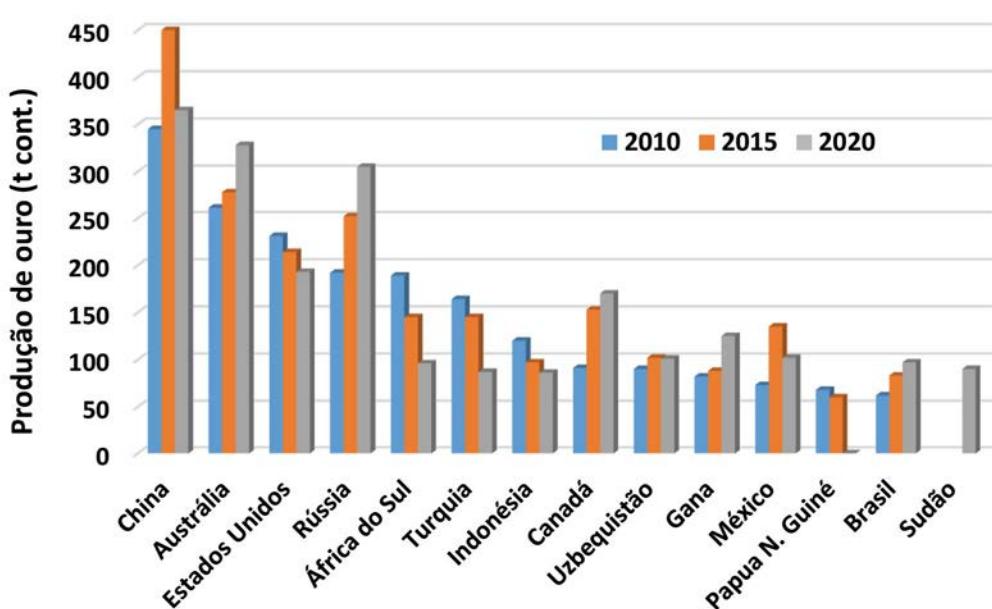
Em 2020, o Brasil se colocou na 9ª posição no ranking mundial de produtores de ouro. A Tabela 4 e a Figura 3 mostram a evolução no ranking mundial, juntamente com os países maiores produtores. Em 2020, houve ainda a produção de 885 toneladas de ouro distribuídas nos demais países, totalizando 3.030 t.

Tabela 4. Ranking dos principais produtores mundiais de ouro, em toneladas de ouro.

Coloca- ção	País 2010	Produ- ção (t de ouro)	País 2015	Produ- ção (t de ouro)	País 2020	Produ- ção (t de ouro)
1º	CHINA	345	CHINA	450	CHINA	365
2º	AUSTRÁLIA	261	AUSTRÁLIA	278	AUSTRÁLIA	328
3º	EUA	231	RÚSSIA	252	RÚSSIA	305
4º	RÚSSIA	192	EUA	214	EUA	193
5º	ÁFR. DO SUL	189	CANADÁ	153	CANADÁ	170
6º	TURQUIA	164	TURQUIA	145	GANÁ	125
7º	INDONÉSIA	120	ÁFR. DO SUL	145	MÉXICO	102
8º	CANADÁ	91	MÉXICO	135	UZBEQUIS- TÃO	101
9º	UZBEQUIS- TÃO	90	UZBEQUIS- TÃO	102	BRASIL*	97
10º	GANÁ	82	INDONÉSIA	97	ÁFR. DO SUL	96
11º	MÉXICO	73	GANÁ	88	SUDÃO	90
12º	PAPUA N. GUI- NÉ	68	BRASIL*	83	TURQUIA	87
13º	BRASIL*	62	PAPUA N. GUI- NÉ	60	INDONÉSIA	86

Fontes: MCS (2022); MCS (2017); MCS (2012); COM, 2022; AMB (2022)(*).

Figura 3. Principais países produtores de ouro.



Fontes: MCS (2022); MCS (2017); MCS (2012); ANM (2022)(*).

As três primeiras posições do ranking de produtores de ouro, de 2020, somam 33% da produção mundial, estimada em 3.030 toneladas. A China (12%), a Austrália (11%) e a Rússia (10%) lideraram o ranking em 2020, sendo que a China e Austrália mantiveram suas posições ao longo da década. Em 4º lugar vêm os Estados Unidos (6,4%) e em 5º o Canadá (5,6%).

O Brasil, apesar do crescimento de sua produção ao longo da década, encontra-se em 9º lugar em 2020 (13º em 2010 e 12º em 2015), com 3,2% da produção global. Regionalmente, a produção de ouro se concentra na Ásia (28,3%), seguida pelas Américas (21%) e pela Oceania (11%).

2.2.1.16.3. Consumo de ouro

O consumo aparente de ouro no Brasil, a cada ano, de 2010 a 2020, é apresentado na Tabela 5 e Figura 4, com os totais consolidados para o país.

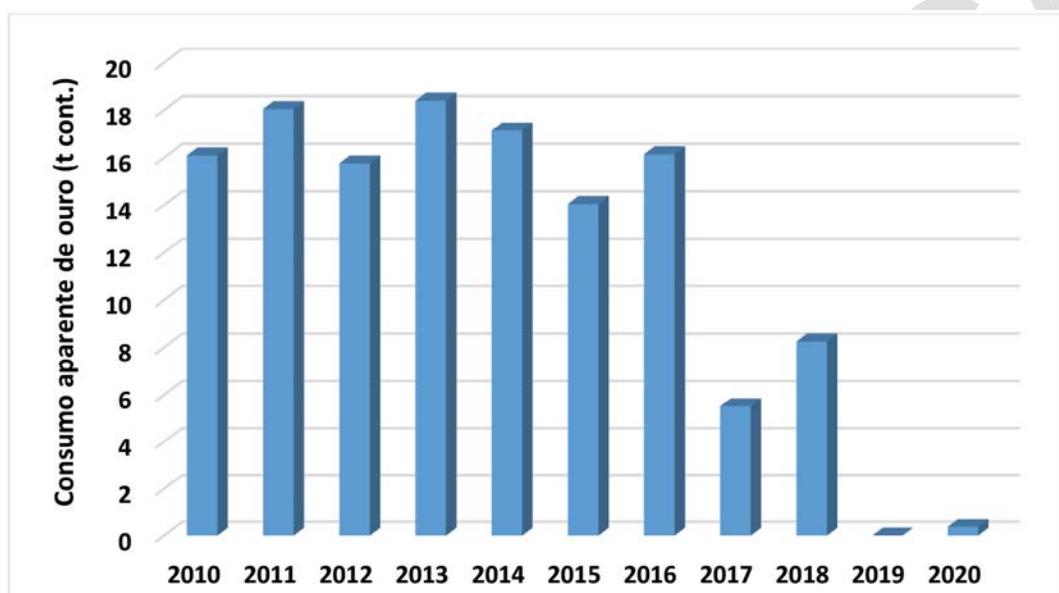
Tabela 5. Consumo aparente brasileiro de ouro, de 2010 a 2020.

Consumo aparente* de ouro (toneladas de metal contido)											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
BRASIL	16,09	18,04	15,76	18,39	17,14	14,05	16,14	5,51	8,25	0,00	0,37

Fonte: ANM (2022); COM (2022).

*Consumo Aparente = Produção + Importação - Exportação

Figura 4. Consumo aparente brasileiro de ouro, de 2010 a 2020.



Fonte: ANM (2022); COM (2022).

De modo geral, o Brasil não se coloca entre os principais consumidores aparentes de ouro do mundo, provavelmente pelo fato de o consumo nacional estar majoritariamente associado a produções não declaradas de garimpos. A Tabela 6 e a Figura 5 mostram a evolução do ranking mundial dos países com maior consumo aparente de ouro.

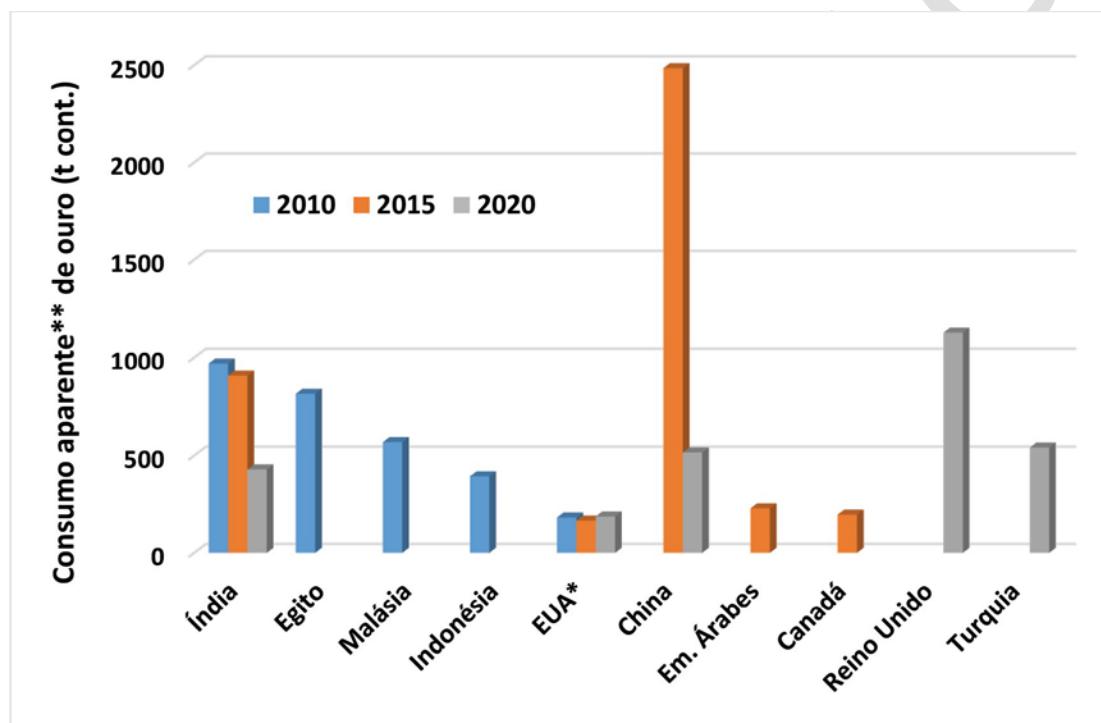
Tabela 6. Ranking dos principais países consumidores de ouro.

Co- loca- ção	País 2010	Consumo (t de ouro) (e)	País 2015	Consumo (t de ouro) (e)	País 2020	Consumo (t de ouro) (e)
1	Índia	969	China	2.484	Reino Unido	1.127
2	Egito	815	Índia	904	Turquia	540
3	Malásia	568	Em. Árabes	226	China	515
4	Indonésia	393	Canadá	194	Índia	428
5	EUA	180	EUA	164	EUA	185

Fontes: MCS (2022); MCS (2017); MCS (2012) AMB (2022)

Nota: (e) Consumo aparente = Produção + Importação – Exportação.

Figura 5. Principais países consumidores aparentes de ouro.



Fontes: MCS (2022); MCS (2017); MCS (2012); AMB (2022), *Coletado diretamente do MCS

Nota: (e) Consumo aparente = Produção + Importação – Exportação.

Segundo a Gold Focus (GFO, 2020), o consumo mundial de ouro foi estimado em 3.171 toneladas de metal, em 2020. O Reino Unido concentrou 36% do consumo mundial, seguido pela Turquia (17%), China (16%) e Índia (13%). Essas posições são distintas daquelas observadas no ranking de 2015, quando o consumo mundial estimado em 4.463 toneladas (GFO, 2020) era dominado pela China (56%) e pela Índia (20%). Os EUA têm mantido seu consumo em torno de 5 a 6% do consumo mundial, ocupando regularmente a 5^a posição.

2.2.1.16.4. Importações de ouro

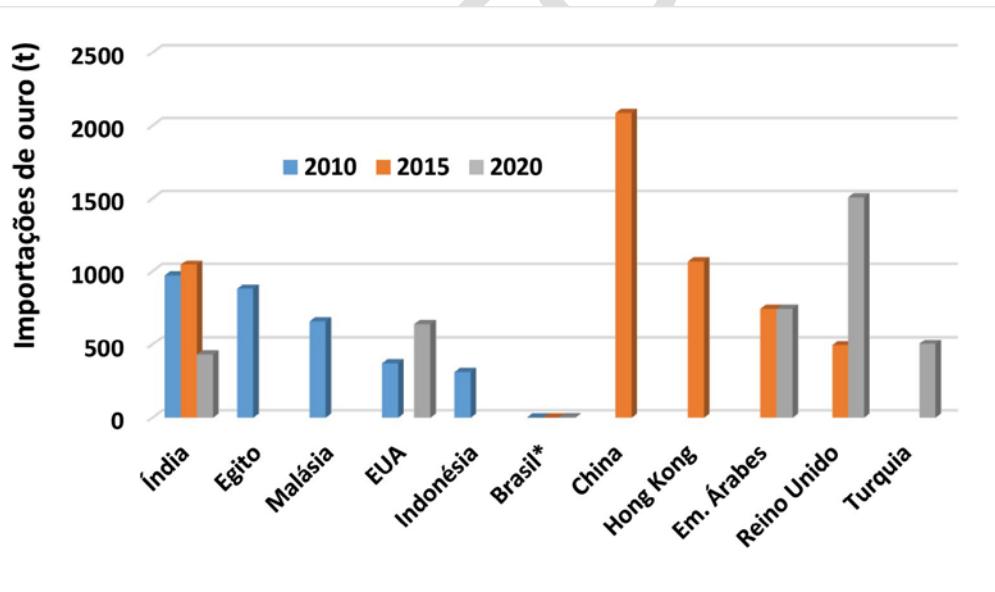
O volume de importações no ano de 2020 colocou o Brasil na 48^a posição do correspondente *ranking* mundial. A Tabela 7 e a Figura 6 mostram a evolução do *ranking* mundial, juntamente com os países com maiores importações.

Tabela 7. Ranking dos principais países importadores de ouro.

Coloca- ção	País 2010	Importações (t de ouro)	País 2015	Importações (t de ouro)	País 2020	Importações (t de ouro)
1	Índia	971	China	2.083	Reino Uni- do	1.507
2	Egito	882	Hong Kong	1.069	Em. Ára- bes	744
3	Malásia	656	Índia	1.045	EUA	637
4	EUA	371	Em. Ára- bes	744	Turquia	503
5	Indonésia	308	Reino Uni- do	493	Índia	430
	69º Bra- sil*	1	79º Brasil*	1	48º Brasil*	2

Fontes: U45, (2022); *COM (2022).

Figura 6. Principais países importadores de ouro.



Fonte: U45 (2022); COM (2022)(*).

Em função das atividades de fundição e refino final, países como Reino Unido e os Emirados Árabes foram os principais importadores de ouro, no ano de 2020, respondendo por mais de um terço das transações globais, estimadas em 5.778 toneladas de metal contido.

2.2.2.16.5. Exportações de ouro

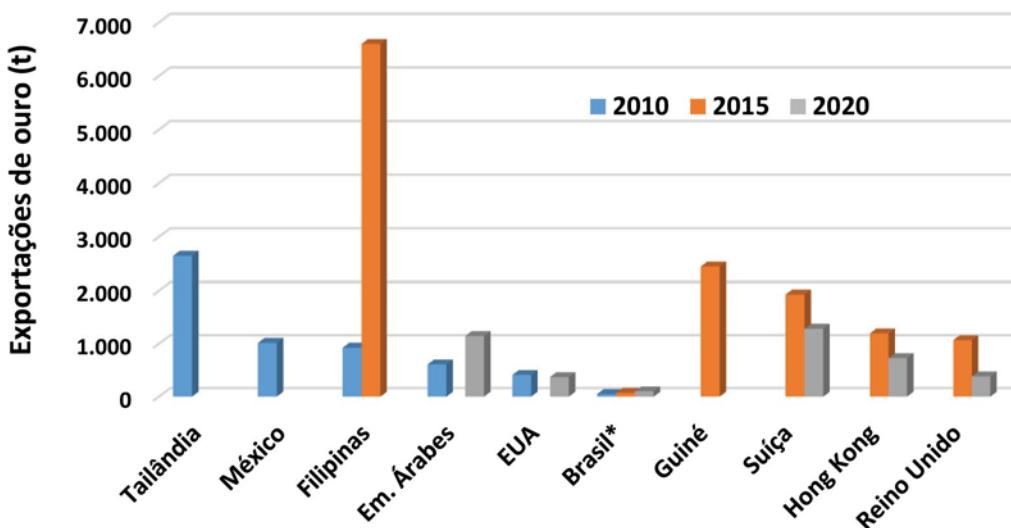
O volume de exportações de ouro no ano de 2020 colocou o Brasil na 20^a posição no ranking mundial. A Tabela 8 e a Figura 7 mostram a evolução do correspondente ranking mundial, juntamente com os países com maiores exportações.

Tabela 8. Ranking dos principais países exportadores de ouro.

Colocação	País 2010	Exporta-ções (t de ouro)	País 2015	Exporta-ções (t de ouro)	País 2020	Exporta-ções (t de ouro)
1	Tailândia	2.644	Filipinas	6.597	Suíça	1.282
2	México	1.014	Guiné	2.444	Emirados Ara-bes	1.143
3	Filipinas	923	Suíça	1.927	Hong Kong	726
4	Em. Ara-bes	606	Hong Kong	1.194	Reino Unido	378
5	EUA	408	Reino Uni-do	1.067	Estados Unidos	368
	23º Brasil*	46	24º Brasil*	69	20º Brasil*	98

Fonte: U46 (2022); *COM (2022).

Figura 7. Principais países exportadores de ouro.



Fonte: U46 (2022); COM (2022)(*).

As exportações apresentadas na Tabela 8 não retratam necessariamente a atividade de mineração nos países indicados, já que os registros adotados se

referem ao volume de ouro em toneladas de metal transacionado no mercado global. As exportações, em 2020, foram concentradas na Suíça (16%), Emirados Árabes Unidos (14%) e Hong Kong (9%).

2.2.2.16.6. Porte das Empresas e Geração de Empregos

A Tabela 9, abaixo, mostra um panorama das empresas produtoras de ouro no Brasil no ano de 2020, conforme seu porte, em termos de produção, e listando ainda os estados da federação onde estão instaladas suas operações e os números de empregos diretos e indiretos gerados.

Tabela 9. Panorama das principais empresas produtoras de ouro no Brasil, por porte de produção, no ano de 2020.

Empresas de Grande Porte de Produção (>1MT/ano de ROM)					
Empresa	Produção (t ROM)	Estado	Município	Empregos diretos	Empregos indiretos
KINROSS BRASIL S/A	58.000.000	MG	Paracatu	4.600	6.900
MINA TUCANO LTDA.	25.500.000	AP	Macapá	1.300	2.600
ANGLOGOLD ASHANTI S.A.	3.800.000	MG	Sabará, Caeté, Nova Lima	8.200	12.000
MINERACAO AURIZONA S/A	2.900.000	MA	Godofredo Viana	1.500	3.000
YAMANA GOLD	2.400.000	BA	Jacobina	1.000	2.000
MINERAÇÃO APOENA S A	2.200.000	MT	Pontes Lacerda	1.200	2.400
Total	94.800.000	Brasil		17.800	28.900
Total das Empresas por Porte de Produção					
Porte	Produção (t ROM)	Brasil		Empregos diretos	Empregos indiretos
Grande	94.800.000			17.800	28.900
Médio*	12.317.450			4.257	6.911
Pequeno*	33.593.045			11.609	18.848
Micro*	63.826.786			22.057	35.811
Total	204.537.281			38.696	62.826

Nota: () Produções e número de empregos estimados conforme a distribuição de títulos minerários por porte das empresas (CNI, 2020).*

Fonte: ANM (2020)

2.2.2.16.7. Porte dos Projetos em Andamento e/ou Previstos e Geração de Empregos

Por meio da base de dados de requerimentos da ANM (Agência Nacional de Mineração), foram identificados 815 processos em fase de requerimento de lavra, indicando o potencial para novos requerimentos de minério de ouro no Brasil nos próximos anos. Deste total, 297 requerimentos (36%) estão localizados no estado de Minas Gerais; 182 requerimentos (22%) no estado de Goiás; 65 requerimentos (8%) no Mato Grosso; 65 requerimentos (8%) no Pará; 48 requerimentos (6%) na Bahia; 23 requerimentos (3%) no Espírito Santo; 22 requerimentos (3%) em Rondônia; 18 (2%) em São Paulo; 15 (2%) no Paraná; 14 (2%) no Tocantins; 13 requerimentos (2%) em Santa Catarina; 11 requerimentos (1%) no Amapá; 10 requerimentos (1%) no Rio Grande do Norte; 7 requerimentos (%) no Rio de Janeiro; 7 requerimentos (1%) no Distrito Federal, 5 requerimentos (1%) no Rio Grande do Sul; 4 requerimentos (0,5%) no Maranhão; 3 requerimentos (0,4%) na Paraíba; 3 requerimentos (0,4%) no Ceará; e os 3 requerimentos restantes (0,4%) estão distribuídos nos estados do Amazonas, Roraima e Sergipe. De maneira geral, não há dados oficiais e confiáveis disponíveis, sobre os referidos possíveis projetos.

2.2.2.16.8. Projeções para o Brasil até 2050

As projeções de principais indicadores do mercado brasileiro de ouro, até 2050, são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10. Projeções do mercado brasileiro do ouro dentro do cenário provável⁽¹⁾, até 2050.

	2022	2026	2030	2034	2038	2042	2046	2050
Reservas Medidas (t de ouro contido no minério) (2)	2100	1874	1629	1364	1077	766	430	66
Produção (t de ouro) (2) (3)	97	97	97	97	97	97	97	97
Consumo (t de ouro) (3) (4)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Importações (t de ouro) (3)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Exportações (t de ouro) (3)	98	98	98	98	98	98	98	98
Empregos diretos (3)	38.696	38.696	38.696	38.696	38.696	38.696	38.696	38.696
Empregos indiretos (3)	62.826	62.826	62.826	62.826	62.826	62.826	62.826	62.826

1. O cenário provável apresentado aqui leva em conta uma reposição média das reservas de 2% aa. Em função disso, o cenário transformador ou outros cenários de crescimento se mostraram inviáveis, devido à restrição das reservas medidas.
2. Considerando as reservas atualizadas de minério de ouro para 2020, com depleção anual da produção e com a reposição média, a cada ano, de 2% das reservas medidas, convertidas a partir das atuais reservas indicadas (estimadas em 5257 toneladas contidas em 2020) e de novos requerimentos. Essa taxa de conversão para a reposição anual corresponde a aproximadamente 40 toneladas de ouro por ano em novas reservas medidas.
3. Considerando que a produção anual de ouro no Brasil se manterá constante até 2050, sem aumento, mas com a reposição da produção anual por meio da entrada em produção de novos requerimentos à medida que as reservas atuais forem se exaurindo.
4. Considerando que a produção nacional suprirá as demandas do mercado local.

As projeções mostram que mesmo sem aumentar sua produção anual de minério de ouro em relação aos valores de 2020, o Brasil necessitará, a cada ano, de repor 2% de suas reservas medidas. Essa taxa de reposição equivale a aproximadamente 40 toneladas de ouro contido adicionais por ano. O investimento médio em pesquisa mineral para converter recursos medidos em novas reservas provadas de ouro foi estimado em US\$ 25/onça de ouro, em recursos medidos (SCH, 2017), o que representa um investimento de aproximadamente de R\$ 160 milhões em pesquisa mineral por ano, utilizando a taxa de câmbio de 2022.

Segundo a ANM (AMB, 2022), os investimentos em pesquisa mineral para ouro no Brasil em 2021 foram da ordem de R\$ 160 milhões, indicando que uma meta de reposição, a cada ano, de 2% das reservas medidas, pode ser considerada adequada para as projeções de produção no Brasil.

2.2.2.16.9. Projeções para o mundo até 2050

As projeções, até 2050, de alguns indicadores do mercado mundial do ouro são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11. Projeções do mercado mundial de ouro no cenário conservador, até 2050.

	2022	2026	2030	2034	2038	2042	2046	2050
Reservas Medidas (t de ouro contido no minério) (1)	54.000	55.444	56.739	57.822	58.611	59.001	58.855	58.001
Produção (t de ouro) (2)	3.030	3.153	3.281	3.414	3.553	3.697	3.847	4.004
Consumo (t de ouro) (3)	3.030	3.153	3.281	3.414	3.553	3.697	3.847	4.004

- (1) Considerando as reservas atualizadas de minério de ouro para 2020, com depleção anual da produção e com reposição média de 6% aa das reservas medidas, convertidas a partir de novos requerimentos, para manutenção do nível das reservas medidas mundiais até 2050.

- (2) Considerando o cenário de crescimento da produção de minério de ouro no mundo no ritmo de 1% ao ano até 2050 conforme as projeções internacionais do setor (MIN, 2022).
- (3) Considerando que a produção acompanhará o consumo.

Segundo o USGS (2022), a média mundial de reposição das reservas de minério de ouro entre 2020 e 2021 foi de 7,5%. A reposição das reservas na taxa de 6% ao ano é, portanto, adequada para as projeções até 2050.

Lista de referências:

ANM 2022. Agência Nacional de Mineração. **Contato por e-mail.**

AMB 2022. Agência Nacional de Mineração. **Anuário Mineral Brasileiro**, em:
https://app.anm.gov.br/DadosAbertos/AMB/Producao_Bruta.csv
Acesso em: 03 jun. 2022.

ANM 2022. Agência Nacional de Mineração. **Dados Abertos Arrecadação CFEM** em:
<https://app.anm.gov.br/DadosAbertos/ARRECADACAO/>
Acesso em: 03 jun. 2022.

CNI 2020. Confederação Nacional da Indústria. **Plano de retomada e desenvolvimento da indústria mineral**, em:
<https://pubhtml5.com/pbxw/evrb/basic>
Acesso em: 03 jun. 2022.

COM 2022: Exportação e Importação Geral. COMEXSTAT MDIC SH(4): 2609
Disponível em:
<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>
Acesso em: 05 jun. 2022.

GFO 2020: **GOLD FOCUS 2020**, em:
<https://www.metalsfocus.com/wp-content/uploads/2020/11/GOLD-FOCUS-2020.pdf>
Acesso em: 03 jun. 2022.

MCS 2022: **MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2022**, USGS, em:
<https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022.pdf>
Acesso em: 05 jun. 2022.

MCS 2021: **MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2021**, USGS, em:
<https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2021/mcs2021.pdf>
Acesso em: 02 jun. 2022.

MCS 2017: **MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2017**, USGS, em:

<https://pubs.er.usgs.gov/publication/70180197>

https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral/sumariomineral_2017

Acesso em: 02 jun. 2022.

MCS 2012: **MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2012**, USGS, em:

<https://d9-wret.s3.us-west-2.amazonaws.com/assets/palladium/production/mineral-pubs/mcs/mcs2012.pdf>

Acesso em: 02 jun. 2022.

MIN 2022: **Strong gold and copper growth forecasts as covid disruptions subside**. Miningdotcom; em: <https://www.mining.com/strong-gold-and-copper-growth-forecast-as-covid-disruption-subsides-report/>

SCH 2017. Schodde, R. C. **Long-term forecast of Australia's mineral production and revenue. The outlook for gold, 2057**, em: <http://minexconsulting.com/wp-content/uploads/2019/04/Long-Term-Gold-Prod-Study-Prestn-to-CET-5-Dec-2017.pdf>

U45 2022: United Nations Department of Economic and Social Affairs | Comtrade Database. SH(4): 7108, em:

<https://tft-reg.unctad.org/en/>

Acesso em: 02 jun. 2022.

U46 2022: United Nations Department of Economic and Social Affairs | Comtrade Database. SH(4): 7108, em:

<https://tft-reg.unctad.org/en/>

Acesso em: 02 jun. 2022.

PLANO NACIONAL DE MINERAÇÃO 2050
PNM 2050**SINOPSE 17. Minério de Zinco****CADERNO 2: Pesquisa e Produção Mineral**

SINOPSE 17. Minério de Zinco.....	311
2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira	312
2.2.1. Tipo Mineral	312
2.2.1.17. Minério de zinco	312
2.2.1.17.1. Reservas de minério de zinco.	312
2.2.1.17.2. Produção de minério de zinco	315
2.2.1.17.3. Consumo de minério de zinco	318
2.2.1.17.4. Importações de minério de zinco	320
2.2.1.17.5. Exportações de minério de zinco	321
2.2.1.17.6. Porte das Empresas e Geração de Empregos.....	323
2.2.1.17.7. Porte dos Projetos em Andamento e/ou Previstos e Geração de Empregos de minério de zinco.....	324
2.2.1.17.8. Projeções para o Brasil até 2050	324
2.2.1.17.9. Projeções para o mundo até 2050 de minério de zinco	326

2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira

2.2.1. Tipo Mineral

Metálicos Não-Ferrosos.

2.2.1.17. Minério de zinco

O zinco vem sendo produzido e utilizado pela humanidade há pelo menos 5 mil anos, na forma metálica, e atualmente compostos de zinco também são consumidos em larga escala. O zinco metálico é empregado no revestimento eletrostático (galvanização) de chapas e peças de ferro como proteção contra a corrosão. O metal é amplamente utilizado em baterias elétricas, sendo considerado como uma das substâncias essenciais para a transição energética do Século XXI. O zinco também é usado em ligas metálicas, com destaque para o latão, de coloração dourada característica, onde o zinco é combinado ao cobre em proporções diversas. Uma grande variedade de compostos orgânicos e inorgânicos de zinco é utilizada na indústria química, como na produção de suplementos alimentares (carbonatos e gluconatos), de desodorantes (cloretos), e de tintas luminescentes (sulfetos).

2.2.1.17.1. Reservas de minério de zinco.

As reservas medidas no Brasil de minério de zinco, em toneladas contidas, até 2020, foram de 2.530 kt_{cont} (ANM 2020), enquanto as reservas indicadas foram de 2.484 kt_{cont} (ANM 2020) e as inferidas de 1.072 kt_{cont} (ANM 2020), com distribuição no território nacional conforme mostrado na Tabela 1 e na Figura 1a e 1b.

Tabela 1. Reservas brasileiras de zinco contido, por estado, até o ano de 2020.

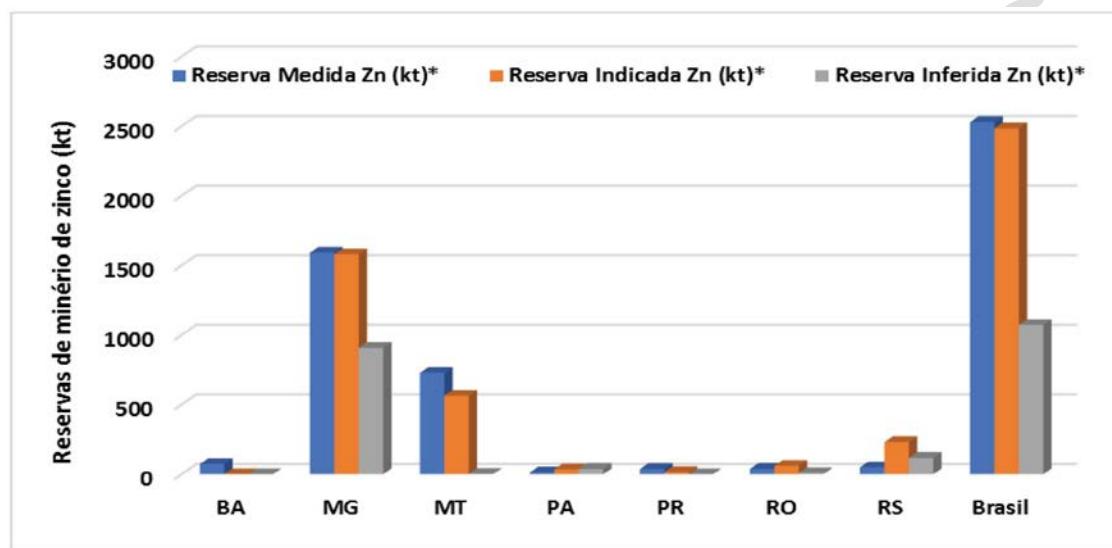
Estado	Reserva Medida Zn (kt)*	Reserva Indicada Zn (kt)*	Reserva Inferida Zn (kt)*
BA	73	0	0
MG	1.591	1.580	908
MT	729	564	2
PA	13	34	38
PR	37	15	0

RO	38	60	8
RS	50	231	116
Brasil	2.530	2.484	1.072

Fonte: ANM, (2020).

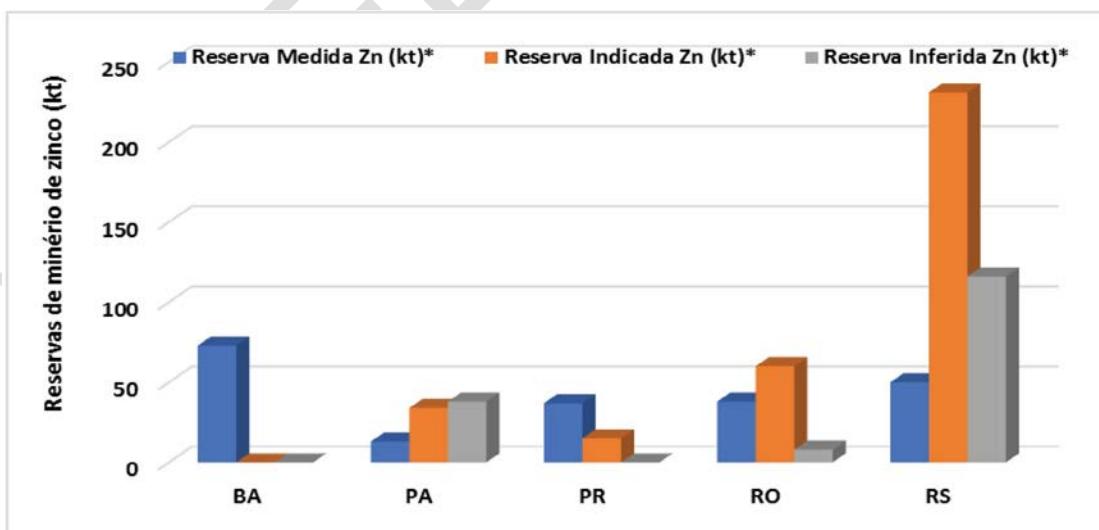
Nota: (*) Embora os dados relativos a reservas as considerem como medidas, indicadas e inferidas, é importante ressaltar que, a partir de 2022, as classificações obedecerão ao estabelecido pela “Resolução nº 94, de 7 de fevereiro de 2022, do Ministério de Minas e Energia, Agência Nacional de Mineração”

Figura 1a. Reservas brasileiras de minério de zinco, por estado e os totais do Brasil, no ano de 2020.



Fonte: ANM (2020).

Figura 1b. Reservas brasileiras de minério de zinco, no ano de 2020, por estado, exceto MG, MT e Total



Fonte: ANM (2020).

Observando-se a soma das Reservas Medidas e Indicadas na Tabela 1, temos que 63% das reservas de minério de zinco brasileiras estão no estado de Minas Gerais, seguido pelo estado do Mato Grosso, com 26%. As reservas nacionais estão em toneladas contidas. Assumindo o teor médio de 72,4 kg Zn cont / t ROM (da produção de 2020) chegamos a 69.000 kt de minério. Se confrontadas com a produção nacional atual de minério de zinco (2.900 kt de ROM em 2020), as reservas medidas, indicadas e inferidas são suficientes para sustentar a produção por 24 anos, enquanto as reservas medidas são suficientes para sustentar a produção por aproximadamente 12 anos. Regionalmente, as reservas brasileiras de minério de zinco se concentram na região Sudeste (63%) seguida das regiões Centro-Oeste (26%) e Sul (7%).

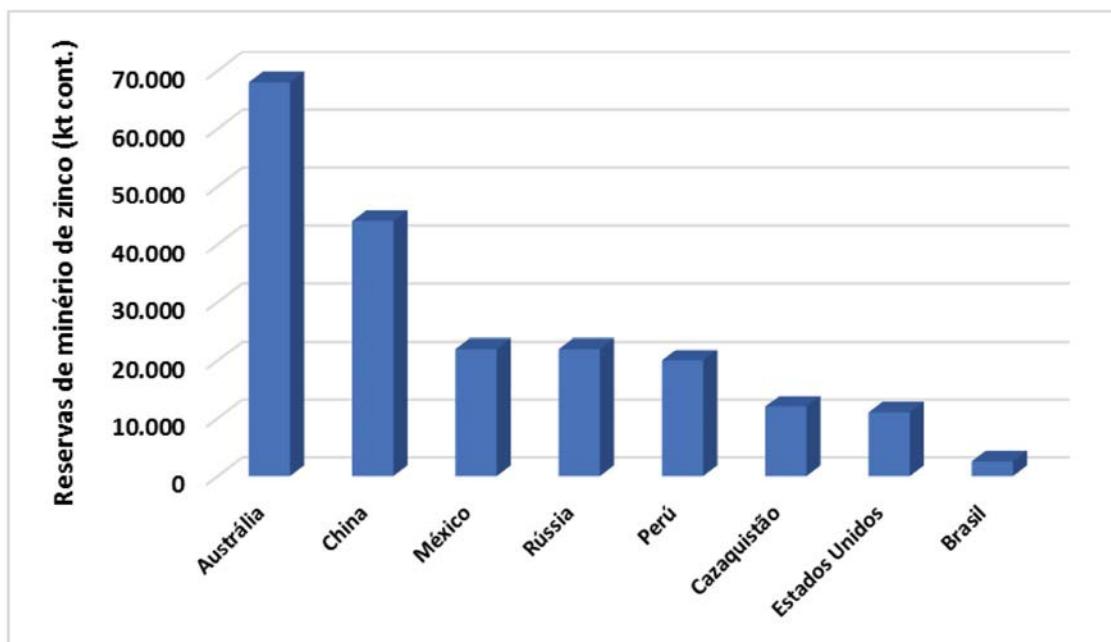
O Brasil, no ano de 2020, não se encontra entre os países com maiores reservas de minério de zinco no mundo, estando além da 11^a posição no ranking, conforme mostrado na Tabela 2 e na Figura 2. Segundo a USGS (2022), as reservas medidas mundiais de zinco são de 250.000 kt_{cont}.

Tabela 2. Principais detentores mundiais de reservas de minério de zinco em 2020.

Colocação	País - 2020	Reserva Medida Zn (kt cont)
1º	Austrália	68.000
2º	China	44.000
3º	México	22.000
4º	Rússia	22.000
5º	Peru	20.000
6º	Cazaquistão	12.000
7º	EUA	11.000
>11º	Brasil*	2.530

Fonte: MCS (2021) e ANM (2020)(*)

Figura 2. Principais detentores mundiais das reservas de minério de zinco, no ano de 2020.



Fonte: MCS, (2021).

Na Tabela 2 observa-se o ranking das maiores reservas de minério de zinco do mundo, com a Austrália em 1º lugar, com 34% das reservas globais. Seguem a China com 22% e Rússia e México com 11% cada, dividindo a 3ª posição. O Brasil aparece abaixo da 11ª posição, com 1,3%. Regionalmente, as reservas se concentram na Ásia (39%), seguida pela Oceania (34%) e pelas Américas (28%).

2.2.1.17.2. Produção de minério de zinco

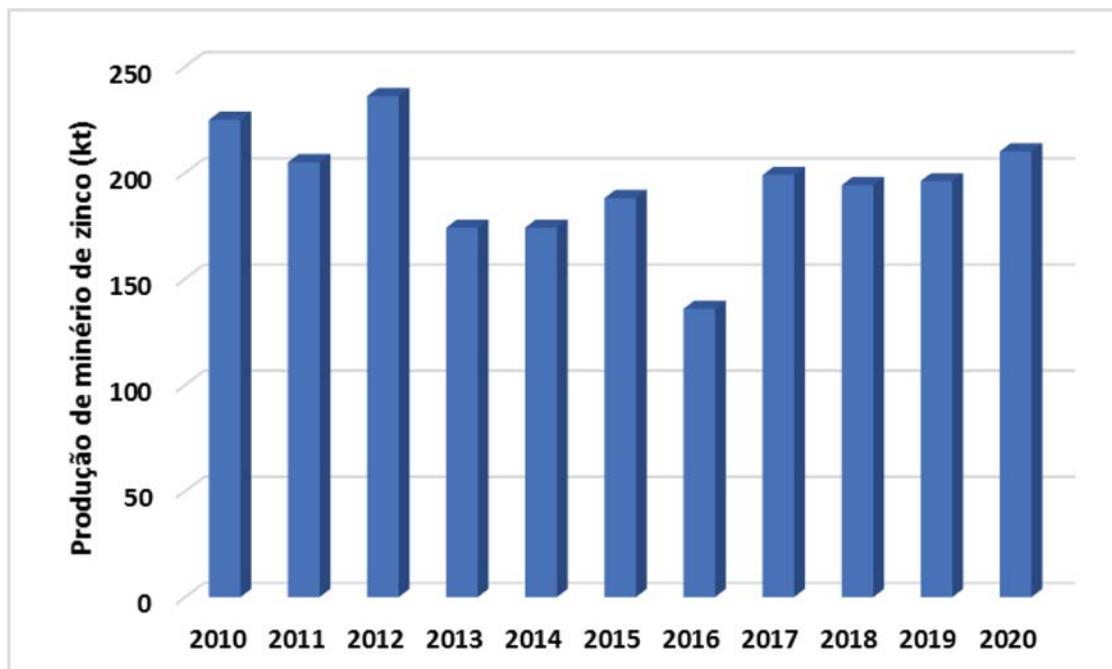
A produção no Brasil de minério de zinco, em toneladas contidas, de 2010 a 2020, é mostrada na Tabela 3, por estado da federação, e na Figura 3, com os totais consolidados para o país.

Tabela 3. Produção brasileira de minério de zinco, em zinco contido, de 2010 a 2020.

Produção Zn (kt contidas)											
Estado	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
BRASIL	225	205	236	174	174	188	136	199	194	196	210

Fonte: AMB (2022).

Figura 3. Produção brasileira de minério de zinco, em zinco contido, de 2010 a 2020.



Fonte: AMB (2022).

Para o cálculo da produção nacional foi usado o teor de 72,4 kg Zn cont / t ROM, conforme registrado na produção de 2020. A produção brasileira de minério de zinco em 2020 concentra-se primordialmente na região sudeste, com 97% da produção no estado da Minas Gerais. O restante da produção é originado no estado de Rondônia (3%), com pequena produção a partir de 2017. A produção de Minas Gerais teve seu pico no período de 2013 a 2015 (39% da produção da década) e reduziu-se radicalmente em 2017. Em 2018 e 2019 houve alguma recuperação e em 2020 nova queda à metade do nível do ano anterior.

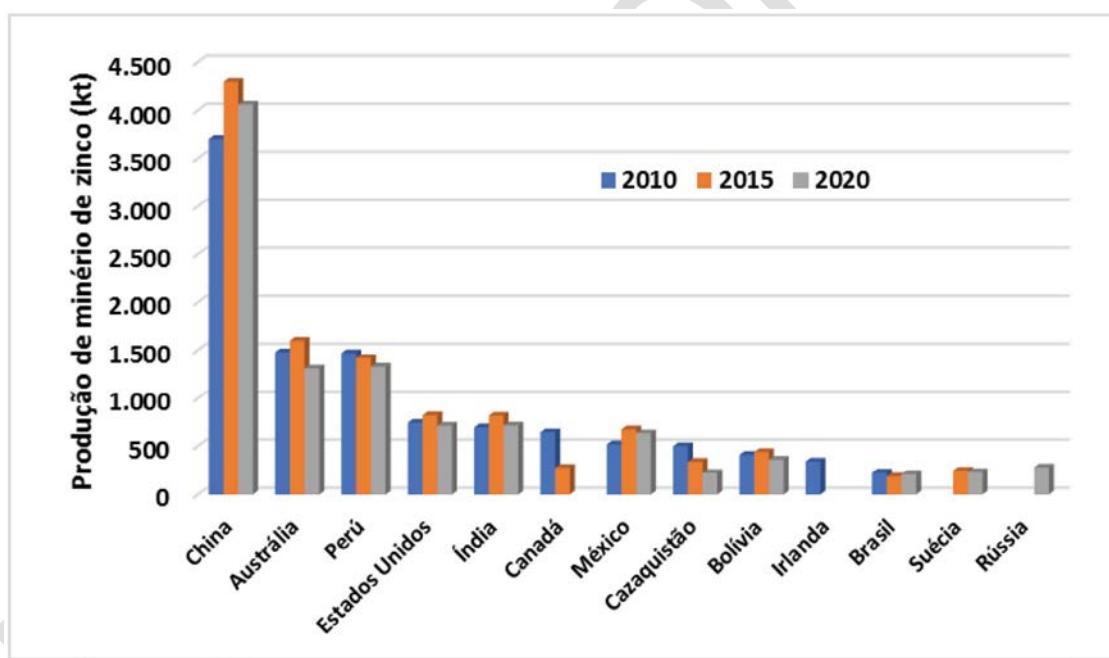
Essa produção coloca o Brasil, no ano de 2020, além da 10^a posição no ranking mundial de produtores de minério de zinco, em zinco contido. A Tabela 4 e a Figura 4 mostram sua evolução no ranking mundial, juntamente com os 10 países com maiores produções no mundo.

Tabela 4. Principais produtores mundiais de minério de zinco, em kt contidas em 2010, 2015 e 2020.

Coloca- ção	Países	2010		2015		2020	
		Produção Zn (kt cont)	Países	Produção Zn (kt cont)	Países	Produção Zn (kt cont)	Países
1º	China	3.700	China	4.300	China	4.060	
2º	Austrália	1.480	Austrália	1.600	Peru	1.330	
3º	Peru	1.470	Peru	1.420	Austrália	1.310	
4º	EUA	748	EUA	825	Índia	720	
5º	Índia	700	Índia	821	EUA	718	
6º	Canadá	649	México	680	México	638	
7º	México	518	Bolívia	440	Bolívia	360	
8º	Cazaquistão	500	Cazaquistão	339	Rússia	280	
9º	Bolívia	411	Canadá	277	Suécia	232	
10º	Irlanda	342	Suécia	247	Cazaquistão	222	
>10º	Brasil	226	Brasil	188	Brasil	210	

Fontes: MCS (2022); MCS (2017) e MCS (2012).

Figura 4. Principais produtores mundiais de minério de zinco, em kt contidas.



Fontes: MCS (2022); MCS (2017) e MCS (2012).

No cenário internacional, a China foi a maior produtora de minério de zinco em toda a década e, em 2020, foi responsável por 40% da produção mundial, estimada em 10.150 kt de zinco contido. O terço seguinte da produção mundial é compartilhado por Peru (13%), Austrália (13%) e Índia (7%). No ranking dos maiores produtores, o Brasil está abaixo da 10ª colocação. Regionalmente, a

maior produção se registra na Ásia, com 52% do total mundial, seguida pelas Américas (32%) e Oceania (13%).

2.2.1.17.3. Consumo de minério de zinco

O consumo aparente no Brasil de minério de zinco, em zinco contido, a cada ano, desde 2010 até 2020, é mostrado na Tabela 5 e na Figura 5, com os totais consolidados para o país.

Tabela 5. Consumo aparente brasileiro de minério de zinco, em kt contidas, de 2010 a 2020.

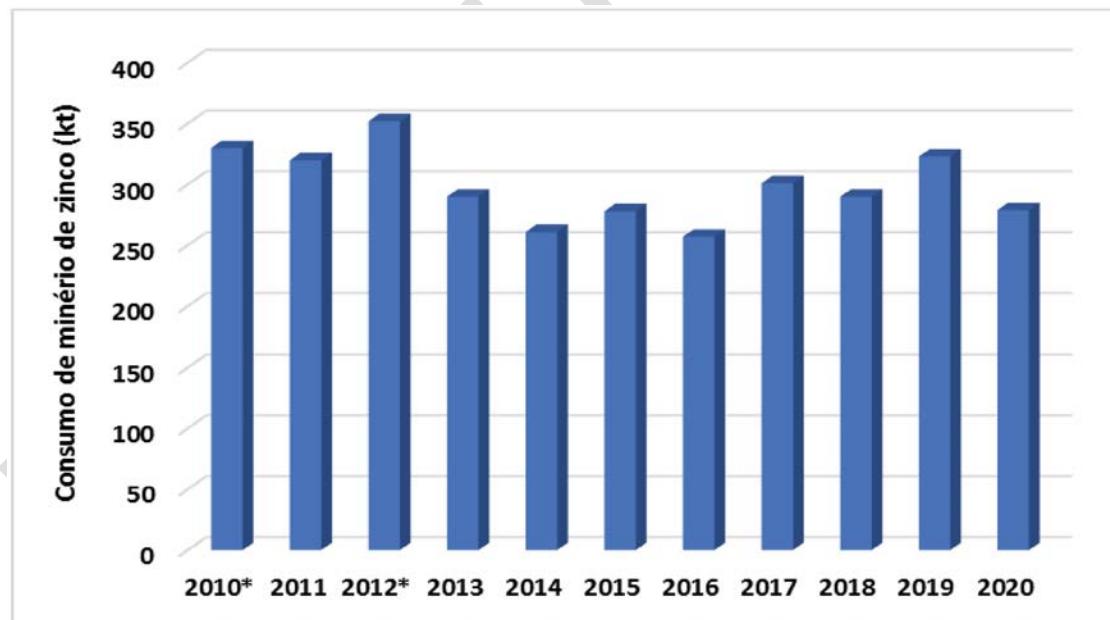
Consumo aparente Zn (kt contidas) ^(e)											
Estado	2010*	2011	2012*	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
BRASIL	330	320	352	290	261	278	257	301	290	323	279

Fontes: AMB (2022) e COM (2022).

Notas: (*) Sem exportação declarada, estimada como zero.

(e) Consumo aparente = Produção + Importação – Exportação. Considerando um teor de 50% de zinco na assembleia de produtos código HS 2608 (COM 2022), conforme usado em ANM (2014).

Figura 5. Consumo aparente brasileiro, por ano, de minério de zinco, em kt contidas, de 2010 a 2020.



Fontes: AMB (2022) e COM (2022).

Como se observa na Tabela 5, o consumo aparente médio de minério de zinco na década esteve próximo de 402 kt contidas anuais. Aproximadamente metade do total consumido é importado.

Por não ter um alto consumo, o Brasil não se encontra entre os maiores consumidores de zinco do mundo. A Tabela 6 e as Figuras 6a e 6b mostram a evolução no ranking mundial dos países com maiores consumos de minério de zinco no mundo.

Tabela 6. Principais consumidores de minério de zinco, em toneladas contidas, em 2010, 2015 e 2020.

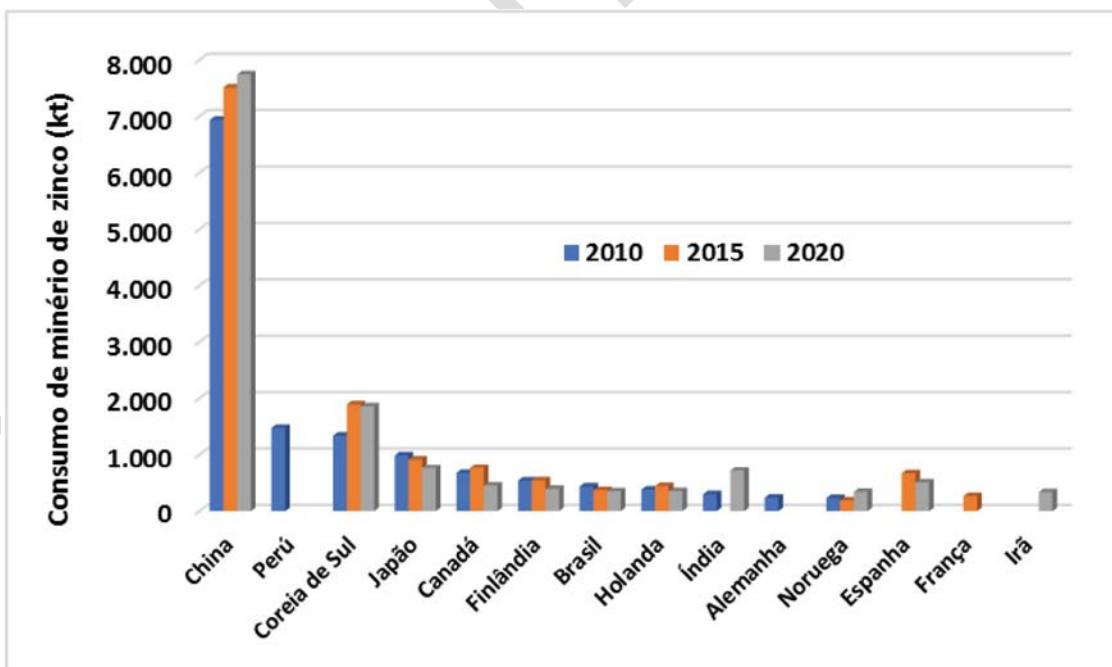
Colo- cação	2010		2015		2020	
	País	Consumo Zn (kt cont) ^(e)	País	Consumo Zn (kt cont) ^(e)	País	Consumo Zn (kt) ^(e)
1º	China	5.319	China	5.908	China	5.968
2º	Peru**	1.470	Coreia do Sul*	948	Coreia do Sul*	962
3º	Coreia do Sul*	668	Índia	821	Índia	720
4º	Índia	499	EUA	469	Peru	551
5º	Japão*	494	Japão*	458	Japão*	363
	Brasil	330	Brasil	278	Brasil	279

Fontes: MCS (2022); MCS (2017) e MCS (2012).

Notas: (*) Sem produção declarada. (**) Sem importação/exportação declarada.

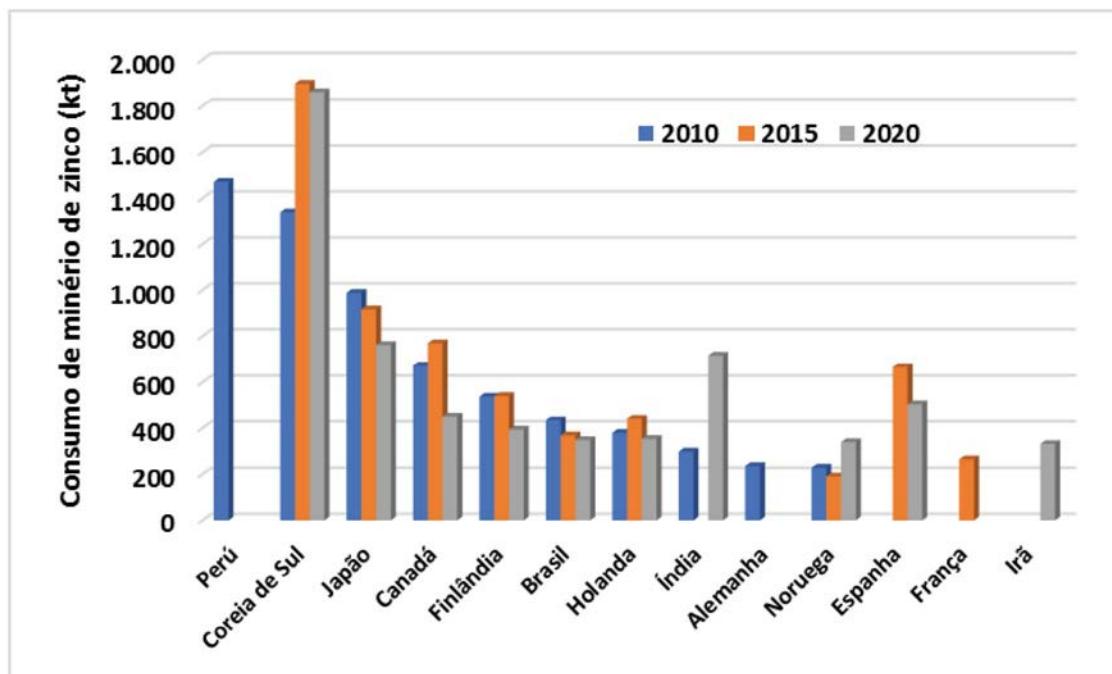
(e) Consumo aparente = Produção + Importação – Exportação. Considerando um teor de 50% de zinco na assembleia de produtos código HS 2608 (COM 2022), conforme usado em ANM (2014).

Figura 6a. Principais consumidores de minério de zinco, em toneladas contidas em 2010, 2015 e 2020.



Fontes: MCS (2022); MCS (2017) e MCS (2012).

Figura 6b. Principais consumidores mundiais de minério de zinco, exceto a China, em zinco contido nos anos de 2010, 2015 e 2020.



Fontes: MCS, (2022); MCS, (2017) e MCS, (2012).

2.2.1.17.4. Importações de minério de zinco

As importações de minério de zinco colocaram o Brasil, no ano de 2020, na 15^a posição no ranking mundial de importadores. A Tabela 7 e a Figura 7 mostram a evolução no ranking mundial, juntamente com os 5 países com maiores importações no mundo.

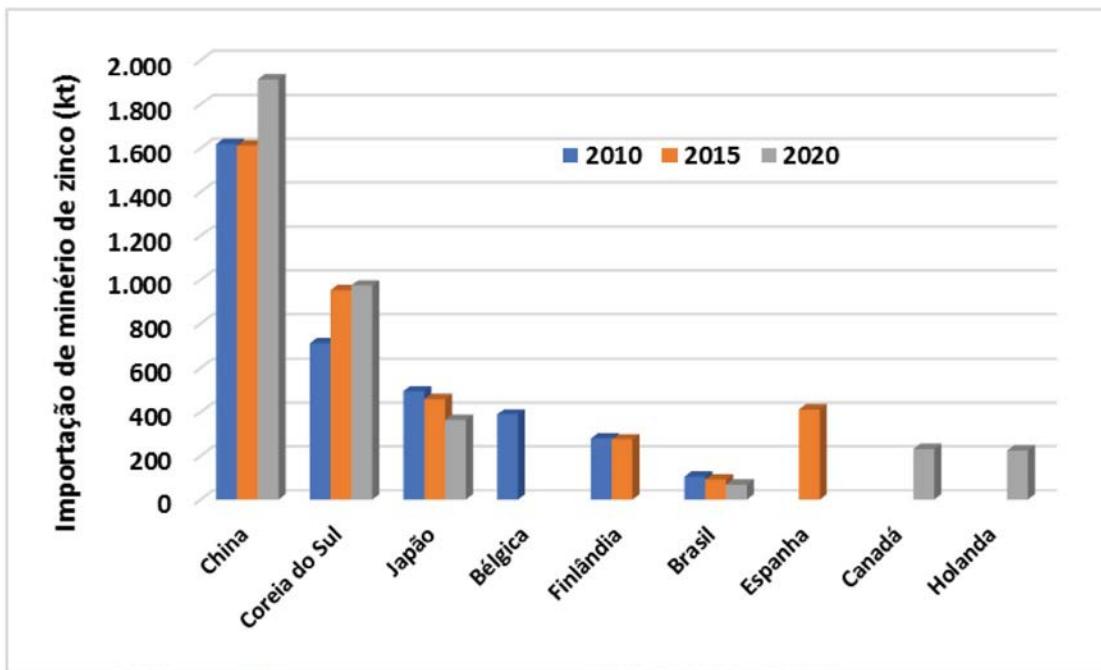
Tabela 7. Principais importadores de minério de zinco, em toneladas contidas, em 2010, 2015 e 2020.

Colo- cação	2010		2015		2020	
	País	Importação Zn (kt cont) (e)	País	Importação Zn (kt cont) (e)	País	Importação Zn (kt cont) (e)
1º	China	1.619	China	1.612	China	1.912
2º	Coreia do Sul	710	Coreia do Sul	952	Coreia do Sul	974
3º	Japão	494	Japão	458	Japão	363
4º	Bélgica	389	Espanha	412	Canada	231
5º	Finlândia	280	Finlândia	275	Holanda	224
	Brasil (11º)	105	Brasil (13º)	92	Brasil (15º)	69
	Total	4.763	Total	5.352	Total	4.845

Fonte: U07 (2022).

Nota: (e) Considerando um teor de 50% de zinco na assembléia de produtos código HS 2608 (COM 2022), conforme usado em ANM (2014).

Figura 7. Principais importadores de minério de zinco, em toneladas contidas em 2010, 2015 e 2020.



Fonte: U07 (2022).

As importações de zinco são impulsionadas, principalmente, pela produção de aço galvanizado utilizado em vários setores da construção, infraestrutura, indústria automotiva, além de atender o setor de eletrodoméstico e a indústria naval. Esses fatores explicam o comportamento linear das importações (consumidores finais) de zinco, durante o período analisado. Outra relevante utilização que tem impulsionado a importação do zinco é a sua crescente aplicação na agricultura. Todas essas questões têm impulsionado o consumo e, consequentemente, a importação, principalmente no que se refere ao setor da construção civil na China, Coreia do Sul e Japão.

2.2.1.17.5. Exportações de minério de zinco

As exportações de minério de zinco colocaram o Brasil, no ano de 2020, na 60^a posição no ranking mundial de exportadores. A Tabela 8 e a Figura 8 mostram a evolução no ranking mundial, com os 5 países com maiores exportações no mundo.

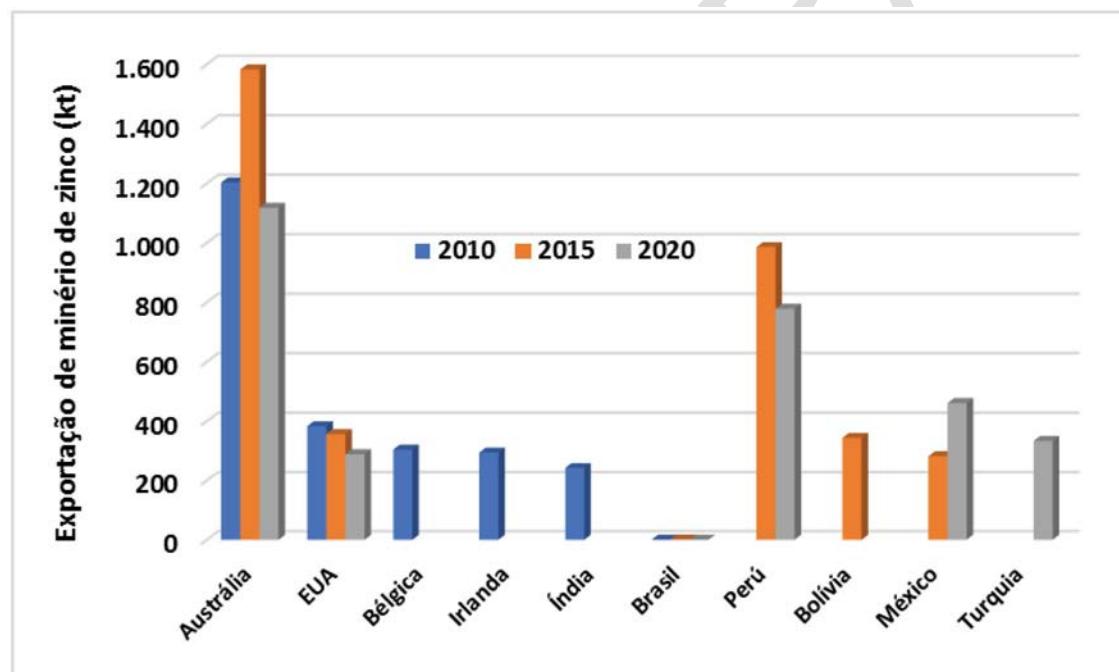
Tabela 8. Principais exportadores de minério de zinco, em toneladas contidas, em 2010, 2015 e 2020.

Coloca- ção	País	2010		2015		2020	
		Exportação Zn (kt cont) ^(e)	País	Exportação Zn (kt cont) ^(e)	País	Exportação Zn (kt cont) ^(e)	País
1º	Austrália	1.203	Austrália	1.583	Austrália	1.119	
2º	EUA	382	Peru	986	Peru	779	
3º	Bélgica	304	EUA	356	México	461	
4º	Irlanda	294	Bolívia	343	Turquia	333	
5º	Índia	243	México	282	EUA	289	
	Brasil	Não Repor- tado	Brasil (44º)	1	Brasil (60º)	0	
	Total	4.048	Total	5.201	Total	4.824	

Fonte: U08 (2022).

Nota: (e) Considerando um teor de 50% de zinco na assembleia de produtos código HS 2608 (COM 2022), conforme usado em ANM (2014).

Figura 8. Principais exportadores de minério de zinco, em toneladas contidas, em 2010, 2015 e 2020.



Fonte: U08 (2022).

As exportações de zinco também apresentam uma constância em seu comportamento, mantendo o protagonismo de países como a Austrália, o Peru e os Estados Unidos. A retração das exportações em 2020 representa uma contração e redução no desenvolvimento das atividades de construção e infraestrutura durante a pandemia do Covid-19, diretamente ligadas à demanda

por zinco. Nesse cenário, a China tem papel fundamental como grande produtor global (33% do mercado global), na indústria de transformação (45%) e no mercado consumidor (50%).

2.2.1.17.6. Porte das Empresas e Geração de Empregos.

A Tabela 9, abaixo, mostra um panorama das empresas produtoras de minério de zinco no Brasil no ano de 2020, conforme seu porte, em termos de produção, e listando ainda os estados da federação onde estão instalados suas operações e os números de empregos diretos e indiretos gerados.

Tabela 9. Panorama das empresas produtoras de minério de zinco no Brasil, por porte de produção, no ano de 2020, com empregos estimados considerando exclusivamente a atividade direta de mineração.

Empresas de Grande Porte de Produção de ROM (>1Mta)						
	Empresa	Produção (t ROM)	Estado	Empregos diretos	Empregos indiretos	Ref.
	Nexa Recursos Minerais Ltda	2.822.000	Minas Gerais	353*	530*	ANM 2022
	Total	2.822.000	Brasil	353	530	
Empresas de Pequeno Porte de Produção (<100kta e > 10kta)						
	Empresa	Produção (t.ROM)	Estado	Empregos diretos	Empregos indiretos	Ref.
	Mineração Santa Elina Ind. e Com. Ltda	94.000	RO	12*	18*	ANM 2022
	Total	94.000	Brasil	12	18	ANM 2022
Total das Empresas por Porte de Produção (<100kta e > 10kta)						
	Porte	Produção (t.ROM)	Brasil	Empregos diretos	Empregos indiretos	Ref.
	Grande	2.822.000		353	530	ANM 2022
	Médio	---				ANM 2022
	Pequeno	94.000		12	18	ANM 2022
	Micro					
	Total	2.916.000	Brasil	365	548	ANM 2022

Nota: () Considerando 8.000 toneladas por ano de minério lavrado (ROM) e beneficiado, por emprego direto, na condição estacionária (sem obras de expansão, sem decapamento e sem supressão vegetal) e uma geração de empregos indiretos 50% superior à dos diretos, conforme observado de maneira geral no setor mineral.*

2.2.1.17.7. Porte dos Projetos em Andamento e/ou Previstos e Geração de Empregos de minério de zinco

Segundo a base de dados da ANM, há 25 requerimentos de lavra para Zinco, indicando possíveis projetos no futuro. Note-se que cada requerimento não indica um projeto independente, pois alguns desses requerimentos podem acabar sendo agrupados em um mesmo projeto. Não obstante, há uma diversidade de requerimentos de lavra que podem se desenvolver em novos projetos: 5 projetos da NEXA em Paracatu/MG e Vazante/MG; 3 projetos da Calcário Vale do Araguaia em Cocalinho/MT; 3 projetos da Mineração Santa Maria em Bagé/RS e Caçapava do Sul/RS; 2 projetos da Mineração Dardanelos em Aripuanã/MT (produção média anual de 23 mil toneladas de zinco); 2 projetos da Varginha Mineração em Guarda-Mor/MG; 2 projetos da Fazenda Brasileiro Desenvolvimento Mineral em Araci/BA e Teofilândia/BA; 2 projetos da Vale S.A. em Porteirinha/MG; 1 projeto da Santa Luz Desenvolvimento Mineral em Santaluz/BA; 1 projeto da Companhia Baiana de Pesquisa Mineral (CBPM) em Mundo Novo/BA; 1 projeto da Império Minerações em Rosário Oeste/MT; 1 projeto da Calcário Urucu em Urucu/GO; 1 projeto da Jari Mineração em Monte Alegre/PA, 1 da Vale S.A na Serra dos Carajás (Pojuca). No entanto, não há ainda divulgação pública de data de início, produção, ou empregos gerados, por cada um desses novos possíveis projetos.

2.2.1.17.8. Projeções para o Brasil até 2050

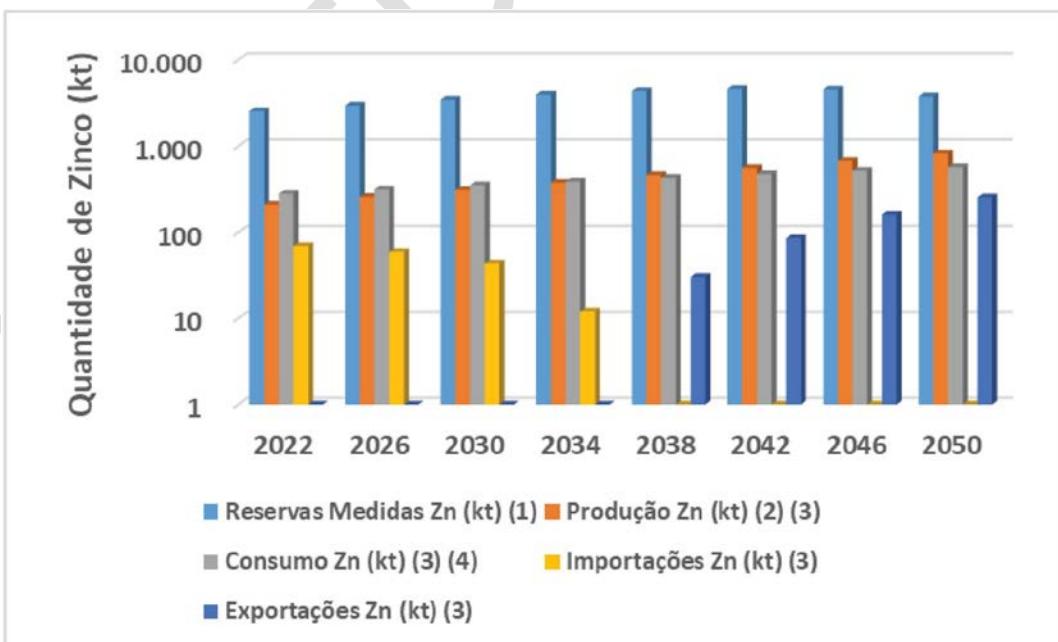
Os dados de estimativas das projeções para o Brasil, até 2050, são apresentados na Tabela 10 e na Figura 9.

Tabela 10. Estimativas das projeções para o Brasil, até 2050

	2022	2026	2030	2034	2038	2042	2046	2050
Reservas Medidas Zn (kt) (1)	2.530	2.971	3.445	3.923	4.345	4.605	4.515	3.757
Produção Zn (kt) (2) (3)	210,0	255,1	309,9	376,5	457,4	555,6	675,0	819,9
Consumo Zn (kt) (3) (4)	279,0	314,0	353,4	388,6	427,3	469,8	516,5	567,9
Importações Zn (kt) (3)	69,0	58,9	43,5	12,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Exportações Zn (kt) (3)	0,0	0,0	0,0	0,0	30,1	85,8	158,4	252,0
Empregos diretos (3) (4)	365	443	539	654	795	966	1.173	1.425
Empregos indiretos (3) (4)	548	666	809	982	1.193	1.450	1.761	2.140

- (1) Considerando as reservas medidas publicadas pela ANM. Para que as reservas possam acomodar o consumo, é necessário que as reservas medidas nacionais sejam ampliadas 12,5% ao ano em média.
- (2) Considerando as produções das empresas já em operação e novos projetos voltados ao crescimento da produção.
- (3) Considerando a projeção do Banco Mundial que o consumo global de zinco deve alcançar 54.000 kt em 2050, representando um crescimento médio do consumo de 4,99% ao ano (WBA 2022). A taxa de crescimento da demanda mundial não será necessariamente a mesma da demanda doméstica.
- (4) Considerando as projeções de crescimento da produção para atender a demanda.

Figura 9. Estimativas das projeções das reservas, produção, consumo, importações e exportações para o Brasil, até 2050.



2.2.1.17.9. Projeções para o mundo até 2050 de minério de zinco

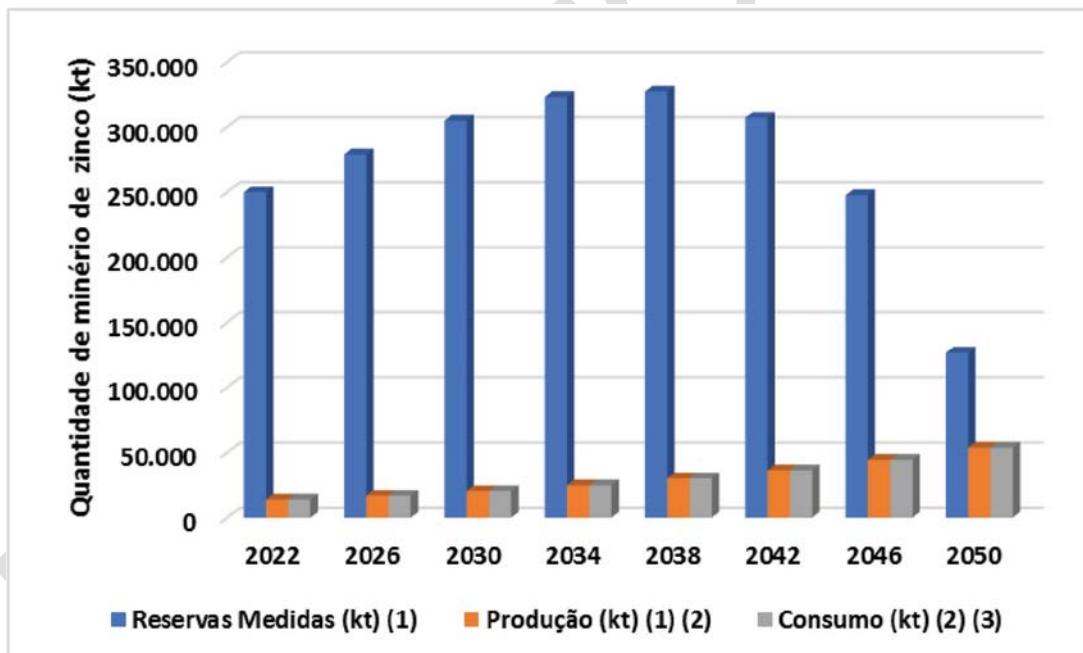
Os dados de estimativas das projeções para o mundo, até 2050, são apresentados na Tabela 11 e Figura 10.

Tabela 11. Estimativas das projeções para o mundo, até 2050, considerando o cenário atual, o cenário futuro e pleno investimento no setor, em quilo toneladas contidas.

	2022	2026	2030	2034	2038	2042	2046	2050
Reservas Medidas (kt) (1)	250.000	279.146	305.077	323.446	327.562	307.341	247.824	127.082
Produção (kt) (1) (2)	13.834	16.806	20.416	24.801	30.129	36.601	44.463	54.015
Consumo (kt) (2) (3)	13.834	16.806	20.416	24.801	30.129	36.601	44.463	54.015

- (1) Considerando as reservas mundiais da USGS 2022, com depleção anual conforme a projeção da produção mundial e com reposição de 8,5% ao ano das reservas globais.
- (2) Considerando a projeção do Banco Mundial que o consumo global de zinco deve alcançar 54.000 kt em 2050, representando um crescimento médio do consumo de 4,99% ao ano (WBA 2022).
- (3) Considerando que a produção acompanhará o consumo

Figura 10. Estimativas das projeções para o mundo, até 2050.



Lista de referências:

ANM 2020: Dados internos ANM.

AMB 2022: Anuário Mineral Brasileiro; em: https://app.anm.gov.br/DadosAbertos/AMB/Producao_Bruta.csv

ANM 2014: Sumário Mineral Brasileiro 2014; em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral/sumario-mineral-brasileiro-2014/view>

ANM 2022: Dados Abertos Arrecadação CFEM; em: <https://app.anm.gov.br/DadosAbertos/ARRECADACAO/>

COM (2022): COMEXSTAT MDIC 2022. Exportação e Importação Geral, SH (4): 2608; em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>

MCS 2012: MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2012, USGS; em: <https://s3-us-west-2.amazonaws.com/prd-wret/assets/palladium/production/mineral-pubs/mcs/mcs2012.pdf>

MCS 2017: MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2017, USGS; em: <https://s3-us-west-2.amazonaws.com/prd-wret/assets/palladium/production/mineral-pubs/mcs/mcsapp2017.pdf>

MCS 2021: MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2021, USGS; em: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2021/mcs2021.pdf>

MCS 2022: MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2022, USGS; em: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022.pdf>

U07 2022: United Nations Department of Economic and Social Affairs | Comtrade Database. SH (4): 2608

U08 2022: United Nations Department of Economic and Social Affairs | Comtrade Database. SH (4): 2608

WBA 2022: The World Bank. “Minerals for Climate Action: The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition”, 2020; em: <https://www.commdev.org/wp-content/uploads/pdf/publications/MineralsforClimateActionTheMineralIntensityoftheCleanEnergyTransition.pdf>

PLANO NACIONAL DE MINERAÇÃO 2050
PNM 2050**SINOPSE 18. Areia Industrial****CADERNO 2: Pesquisa e Produção Mineral**

SINOPSE 18. Areia Industrial	328
2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira.....	329
2.2.1. Tipo Mineral.....	329
2.2.1.18. Areia industrial	329
2.2.1.18.1. Reservas de areia industrial	329
2.2.1.18.2. Produção de areia industrial	332
2.2.1.18.3. Consumo de areia industrial	337
2.2.1.18.4. Importações de areia industrial	339
2.2.1.18.5. Exportações de areia industrial	340
2.2.1.18.6. Porte das Empresas e Geração de Empregos.....	342
2.2.1.18.7. Porte dos Projetos em Andamento e/ou Previstos e Geração de Empregos	343
2.2.1.18.8. Projeções para o Brasil até 2050 de areia industrial	343
2.2.1.18.9. Projeções para o mundo até 2050 de areia industrial	344

2.2. Análise-síntese dos Segmentos da Mineração Brasileira

2.2.1. Tipo Mineral

Rochas e Minerais Industriais.

2.2.1.18. Areia industrial

A areia é um bem mineral relativamente abundante no país, utilizado como insumo em diversos segmentos econômicos, principalmente como “agregado” na indústria da construção, para moldes nas fundições, como fonte de sílica na indústria do vidro e na indústria cerâmica, na fabricação de ácidos e de fertilizantes; no fraturamento hidráulico para recuperação secundária de petróleo e gás. Algumas areias, classificadas como areias industriais, conseguem uma valorização maior no mercado em função de suas características naturais ou adequação a requisitos de determinados segmentos industriais obtidos pelo beneficiamento ou secagem. Os termos que se referem à areia industrial como areia de quartzo, areia quartzosa ou mesmo areia de sílica (*silica sand*) são empregados, geralmente, a areias que apresentam alto teor de sílica.

2.2.1.18.1. Reservas de areia industrial

As reservas medidas no Brasil* até 2020, foram de 3.441 Mt (ANM, 2020), enquanto as reservas indicadas foram de 1.626 Mt (ANM, 2020) e as inferidas de 1.292 Mt (ANM, 2020), com distribuição no território nacional conforme mostrado na Tabela 1 e nas Figuras 1a e 1b.

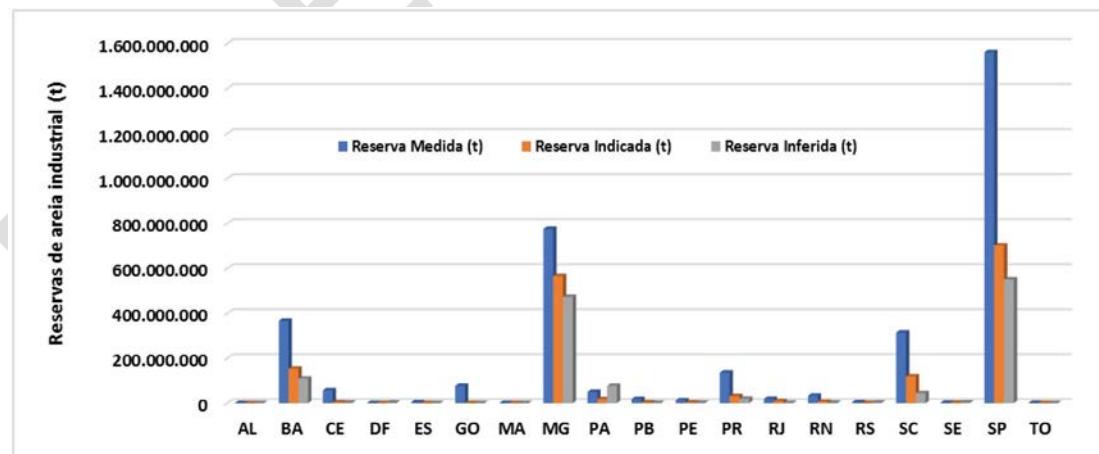
Tabela 1. Reservas brasileiras, por estado, de areia industrial, até 2020.

Estado	Reserva Medida (t)*	Reserva Indicada (t)*	Reserva Inferida (t)*
AL	63.463	89.148	-
BA	366.394.661	154.223.284	110.605.878
CE	58.114.362	3.740.968	2.009.269
DF	42.259	245.322	2.308.067
ES	4.076.259	-	-
GO	77.386.815	28.500	62.700
MA	92.765	-	-
MG	774.536.035	565.498.620	472.638.242
PA	51.253.935	19.800.625	77.612.517
PB	20.095.783	2.864.541	752.894
PE	13.951.748	2.760.414	1.003.716
PR	137.163.075	32.753.938	21.314.090
RJ	20.635.878	10.567.854	876.852
RN	34.658.964	7.163.394	1.043.176
RS	4.621.309	979.507	2.336.400
SC	316.001.734	120.875.215	45.234.970
SE	1.265.246	1.309.000	3.098.000
SP	1.559.660.541	702.331.489	550.924.779
TO	771.688	271.009	21.036
BRASIL	3.440.786.520	1.625.502.828	1.291.842.586

Fonte: ANM (2020).

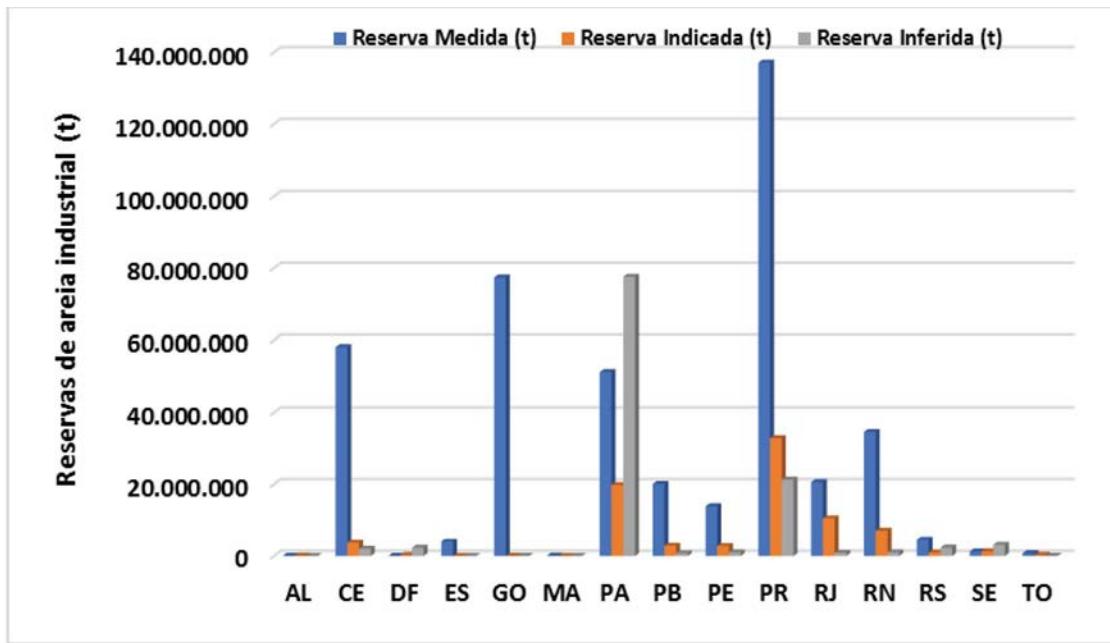
Nota: *Embora os dados relativos a reservas as considerem como medidas, indicadas e inferidas, é importante ressaltar que, a partir de 2022, as classificações obedecerão ao estabelecido pela “Resolução nº 94, de 7 de fevereiro de 2022, do Ministério de Minas e Energia, Agência Nacional de Mineração”.

Figura 1a. Reservas brasileiras, por estado, de areia industrial, até 2020.



Fonte: ANM (2020).

Figura 1b. Reservas brasileiras, por estado, exceto BA, MG, SC e SP, de areia industrial, até 2020.



Fonte: ANM (2020).

Observando-se a soma das reservas medidas e Indicadas na Tabela 1, temos 45% das reservas brasileiras de areia industrial estão no estado de São Paulo, seguido pelo estado de Minas Gerais, com 26%, e Bahia, com 10%. Os três estados concentram mais de 80% das reservas nacionais. As reservas nacionais, tomadas em conjunto (5.066 Mt), se confrontadas com a produção nacional atual de areia industrial (14,8 Mt de R.O.M em 2020), mostrada na Tabela 3, indicam uma duração de 340 anos, ou 232 anos apenas com as reservas medidas.

Regionalmente, as reservas se concentram na região Sudeste (72%), seguida pela região Nordeste (13%) e Sul (12%). Tais reservas colocam o Brasil, no ano de 2020, entre os principais países com reserva de areia industrial. Fontes internacionais como, por exemplo, *United States Geological Survey (USGS) - Mineral Commodity Summaries (MCS)*, indicam que as reservas de areias ricas em sílica são abundantes no país, da mesma forma que em outros países com grandes reservas, como Estados Unidos, Holanda, Índia, Turquia e França, conforme mostrado na Tabela 2.

Tabela 2. Principais detentores mundiais das reservas de areia industrial, no ano de 2020.

País	Reserva Medida
EUA	Abundantes
Holanda	
Índia	
Turquia	
França	
Itália	
Bulgária	
Espanha	
Polônia	
Canadá	
Brasil	

Fonte: U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2022).

Estudos do histórico das reservas mundiais de areia industrial indicam quantidades que superam 908 bilhões de toneladas (UN, 2022).

2.2.1.18.2. Produção de areia industrial

A produção bruta no Brasil de areia industrial, a cada ano, de 2010 até 2020, é mostrada na Tabela 3, por unidade da federação, e nas Figuras 2a, 2b e 2c, com os totais consolidados para o país.

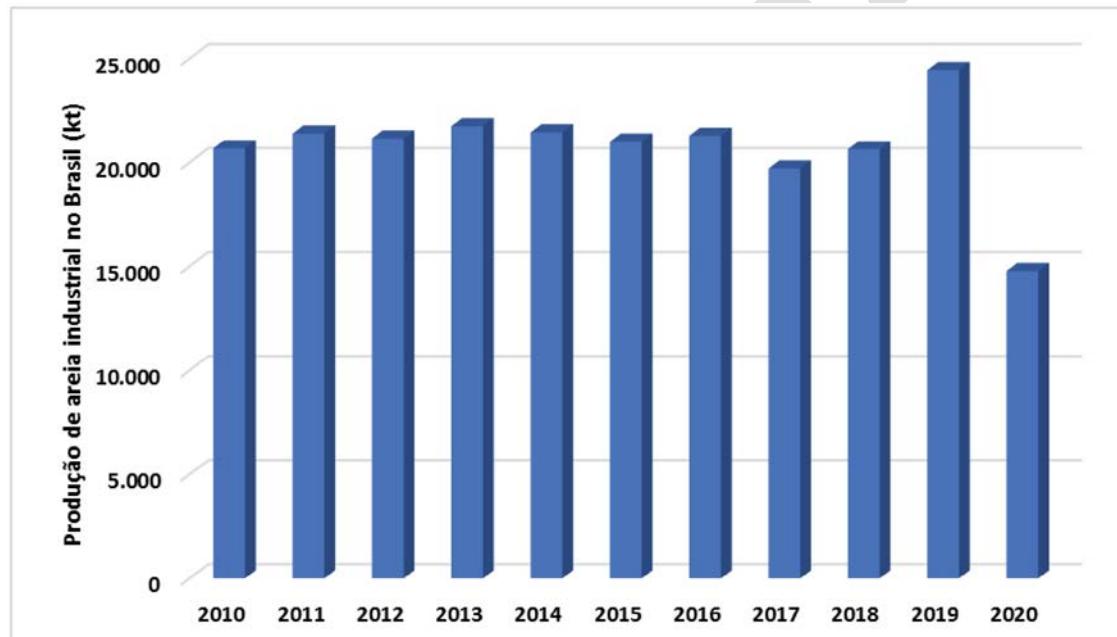
Tabela 3. A produção bruta brasileira, por estado e total do Brasil, de areia industrial, de 2010 até 2020.

Estado	Produção (kt)										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
AL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
BA	25	49	56	183	413	306	218	292	436	3.501	457
CE	195	154	161	192	167	170	204	105	45	39	32
DF	-	4	-	-	-	-	-	-	-	303	127
ES	-	-	-	-	0	5	-	-	14	1	15
GO	7	65	86	54	50	14	2	5	9	0	-
MA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
MG	933	1.136	1.181	1.246	1.093	760	1.242	1.263	1.083	899	1.126
MT	-	0	-	0	0	0	0	5	39	13	16

PA	37	28	29	39	155	114	45	86	69	-	162
PB	12.500	13.406	12.914	12.827	12.744	13.415	12.256	12.050	12.466	12.418	5.046
PE	194	164	176	274	187	155	264	253	215	120	97
PR	37	43	21	34	85	70	76	19	18	51	69
RJ	649	293	153	149	91	24	7	-	-	16	35
RN	-	-	-	0	0	-	0	31	36	15	2
RS	99	84	63	66	56	12	28	29	55	50	1
SC	973	1.226	1.182	1.419	1.277	1.205	1.101	1.070	1.158	1.220	1.069
SE	-	-	-	-	-	6	26	1	10	49	50
SP	5.032	4.738	5.132	5.255	5.131	4.663	5.704	4.423	4.983	5.681	6.421
TO	-	-	-	-	-	83	104	82	0	73	52
BRA-SIL	20.679	21.391	21.155	21.740	21.449	21.003	21.278	19.716	20.636	24.449	14.778

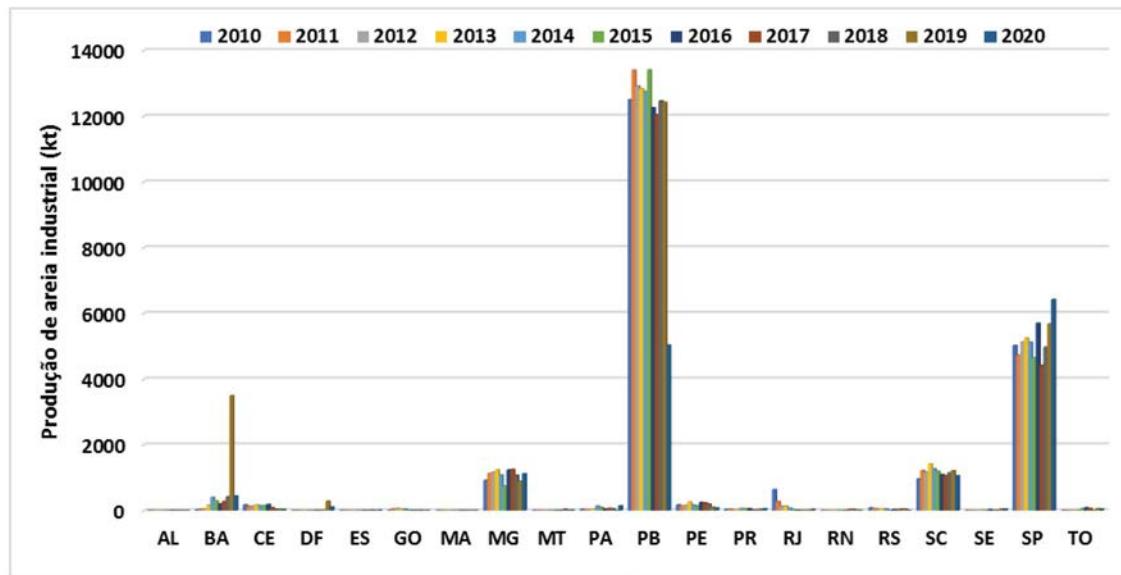
Fonte: ANM (2022a).

Figura 2a. Produção bruta total no Brasil, por ano, de areia industrial, de 2010 a 2020.



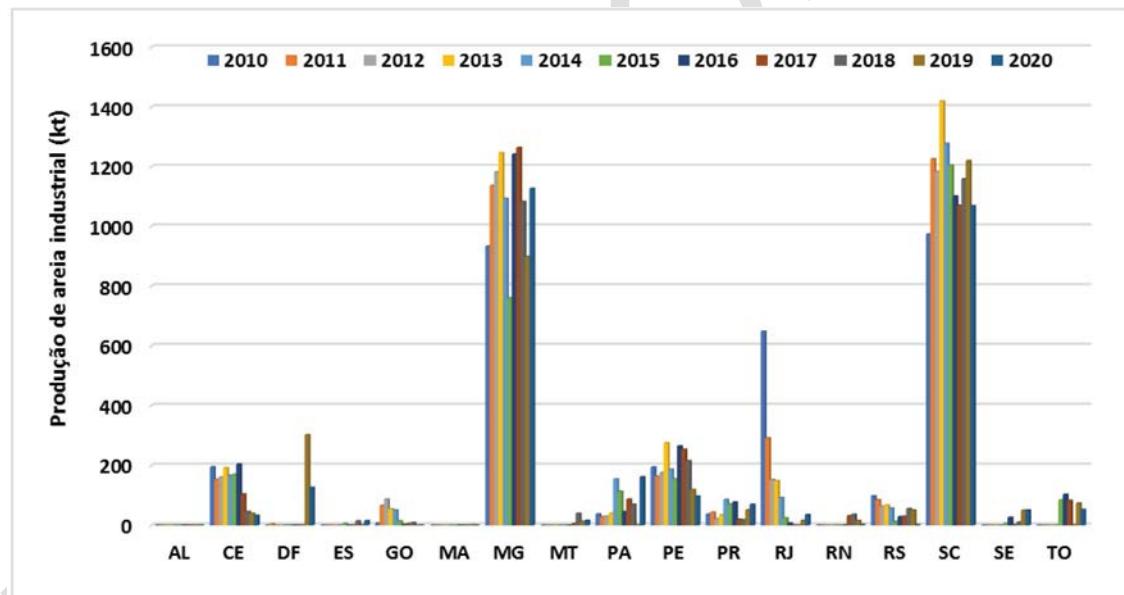
Fonte: ANM (2022a).

Figura 2b. Produção bruta brasileira, por estado, de areia industrial, de 2010 até 2020.



Fonte: ANM (2022a).

Figura 2c. Produção bruta brasileira, por estado, exceto os estados de BA, PB e SP, de areia industrial, de 2010 até 2020.



Fonte: ANM (2022a).

A produção nacional de areia industrial manteve-se regular ao longo da última década, em torno de 20 milhões de toneladas anuais. A exceção foi o ano de 2020, devido à redução da atividade econômica do país em função da pandemia de COVID-19.

O estado que mais se destacou de 2010 a 2020, e de forma consistente, com cerca de 58% da produção nacional foi a Paraíba, com São Paulo ocupando o segundo lugar com cerca de 25% da produção nacional, também de forma consistente. Surpreende o fato de haver significativo crescimento em 2020, de 13% na produção paulista, quando a produção nacional nos demais estados caiu.

A Tabela 4 e as Figuras 3a e 3b mostram os maiores produtores mundiais de areia industrial. No ano de 2020 os Estados Unidos foram os maiores produtores de areia industrial, sendo responsáveis por quase um terço da produção global. Holanda, Índia e França juntas produzem outro terço.

A Holanda substituiu o Brasil no segundo lugar em 2020, tendo visto suas exportações crescerem pelo aumento de demanda da Bélgica, Alemanha, Reino Unido, França e Suécia.

No caso dos Estados Unidos, a variação de sua produção acompanha a demanda da produção petrolífera nas “oil sands”, que necessita de areia de especificação especial para a técnica de “fracking”. Regionalmente, a produção se concentra na Europa (47%), seguida pelas Américas (38%) e pelas Ásia (5%).

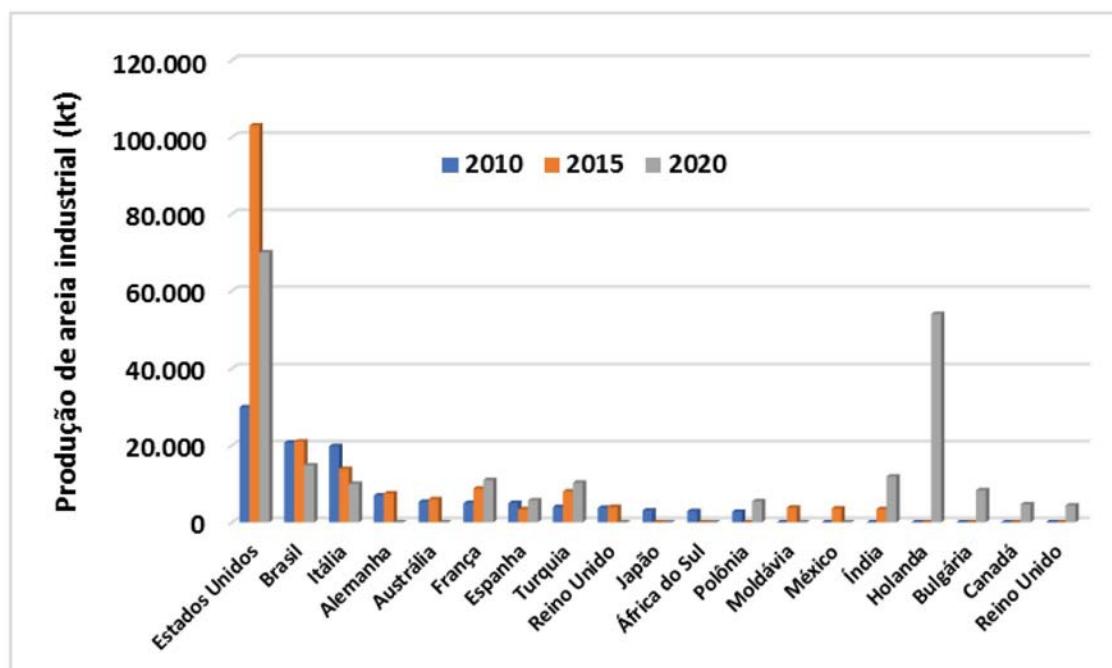
Tabela 4. Classificação dos principais produtores mundiais de areia industrial em 2010, 2015 e 2020.

Coloca- ção	2010		2015		2020	
	País	Produção (kt)	País	Produção (kt)	País	Produção (kt)
1º	EUA	29.900	EUA	103.000	EUA	70.000
2º	Brasil*	20.679	Brasil*	21.003	Holanda	54.000
3º	Itália	19.800	Itália	13.900	Brasil*	14.787
4º	Alemanha	7.000	França	8.750	Índia	11.900
5º	Austrália	5.300	Turquia	8.000	França	11.000
6º	França	5.000	Alemanha	7.500	Turquia	10.300
7º	Espanha	5.000	Austrália	6.000	Itália	10.000
8º	Turquia	4.000	Reino Unido	4.000	Bulgária	8.350
9º	Reino Unido	3.760	Moldávia	3.800	Espanha	5.700
10º	Japão	3.078	México	3.600	Polônia	5.490
11º	África Do Sul	2.910	Índia	3.400	Canadá	4.700
12º	Polônia	2.730	Espanha	3.400	Reino Uni- do	4.400

Fontes: U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2012); U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2017) e U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2022).

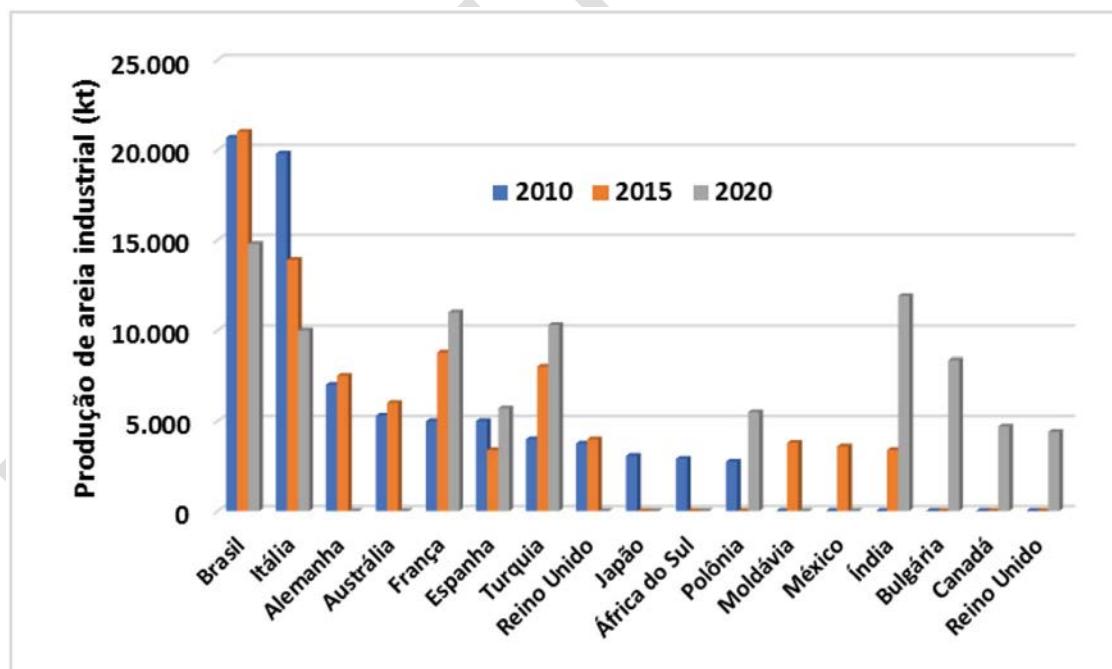
Nota: *ANM (2022a)

Figura 3a. Classificação dos principais produtores mundiais de areia industrial em 2010, 2015 e 2020.



Fontes: U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2012); U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2017), U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2022) e ANM (2022a).

Figura 3b. Relação dos principais produtores mundiais, exceto Estados Unidos e Holanda, de areia industrial em 2010, 2015 e 2020.



Fontes: U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2012); U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2017), U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2022) e ANM (2022a).

2.2.1.18.3. Consumo de areia industrial

O consumo aparente no Brasil de areia industrial, já beneficiada, a cada ano, de 2010 até 2020, é mostrado na Tabela 5 e na Figura 4, com os totais consolidados para o país.

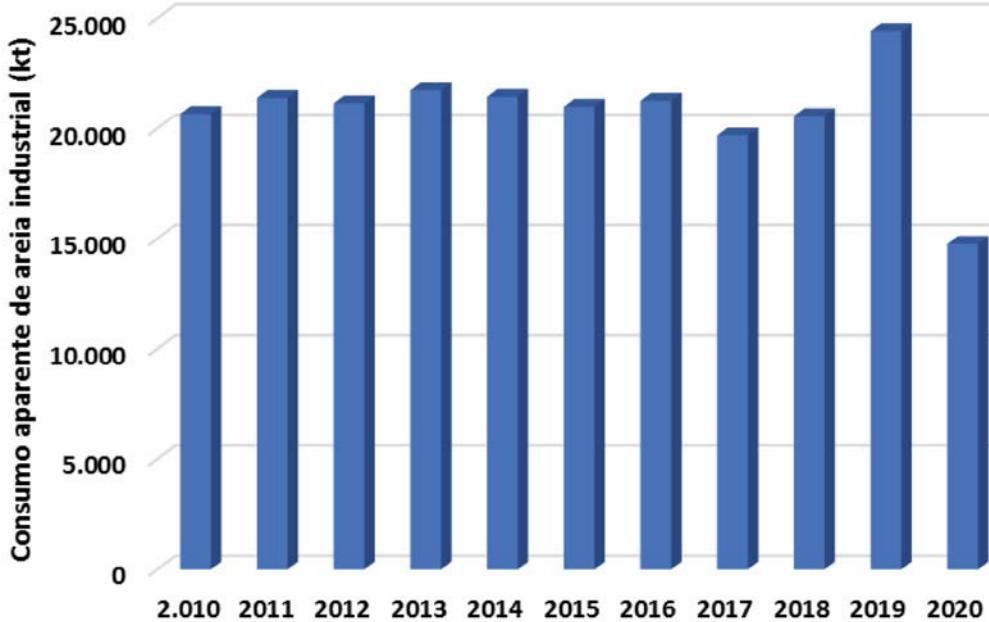
Tabela 5. Consumo aparente brasileiro, de areia industrial beneficiada, de 2010 até o ano de 2020.

Consumo aparente (kt) ^(e)											
Ano	2.010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Brasil	20.665	21.388	21.146	21.731	21.438	20.988	21.258	19.685	20.567	24.427	14.767

Fontes: ANM (2022a) e COMEXSTAT MDI (2022).

Nota: (e) - Consumo aparente = Produção + Importação – Exportação.

Figura 4. Consumo brasileiro, por ano, de areia industrial beneficiada, de 2010 até 2020.



Fontes: ANM (2022a) e COMEXSTAT MDIC (2022).

O seu consumo coloca o Brasil, no ano de 2020, na 3^a posição no ranking mundial de consumidores de areia industrial e a Tabela 6 e Figura 5 mostram sua evolução no ranking mundial, juntamente com os 11 países maiores consumidores.

Tabela 6. Ordenação dos principais consumidores mundiais de areia industrial em 2010, 2015 e 2020.

Coloca- ção	2010		2015		2020	
	País	Consumo (kt) ^(e)	País	Consumo (kt) ^(e)	País	Consumo (kt) ^(e)
1º	Canadá*	27.786	EUA	99.662	EUA	73.364
2º	EUA	26.215	Brasil**	20.988	Holanda	54.277
3º	Itália	21.087	Itália	15.101	Brasil**	14.767
4º	Brasil**	20.665	França	8.910	Índia	11.874
5º	Alemanha	5.330	Canadá*	8.785	França	11.259

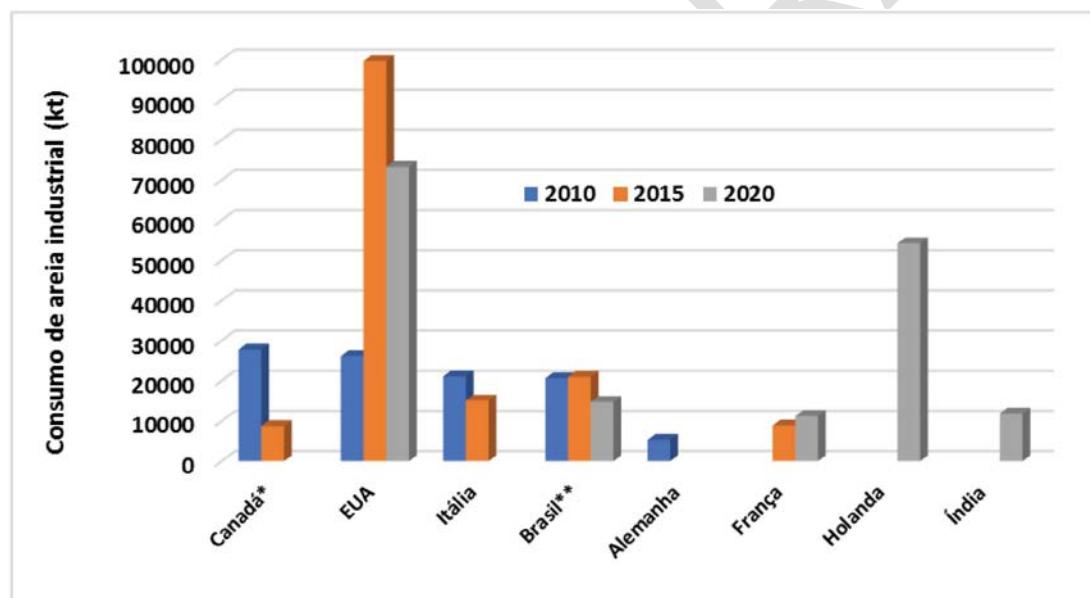
Fontes: U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2012); U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2017), U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2022) e U41 (2022).

Notas: (e) - Consumo aparente = Produção + Importação – Exportação.

*Sem produção declarada

**ANM (2022a) e COMEXSTAT MDIC (2022)

Figura 5. Principais consumidores mundiais de areia industrial em 2010, 2015 e 2020.



Fontes. U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2012); U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2017), U.S. GEOLOGICAL SURVEY (2022); U41 (2022); ANM (2022a) e COMEXSTAT MDIC (2022).

2.2.1.18.4. Importações de areia industrial

O volume de importações coloca o Brasil, no ano de 2020, na 140^a posição no *ranking* mundial de importadores de areia industrial com volumes pouco relevantes. Na Tabela 7 na Figura 6, mostra-se a evolução no *ranking* mundial, juntamente com os 5 países com maiores importações.

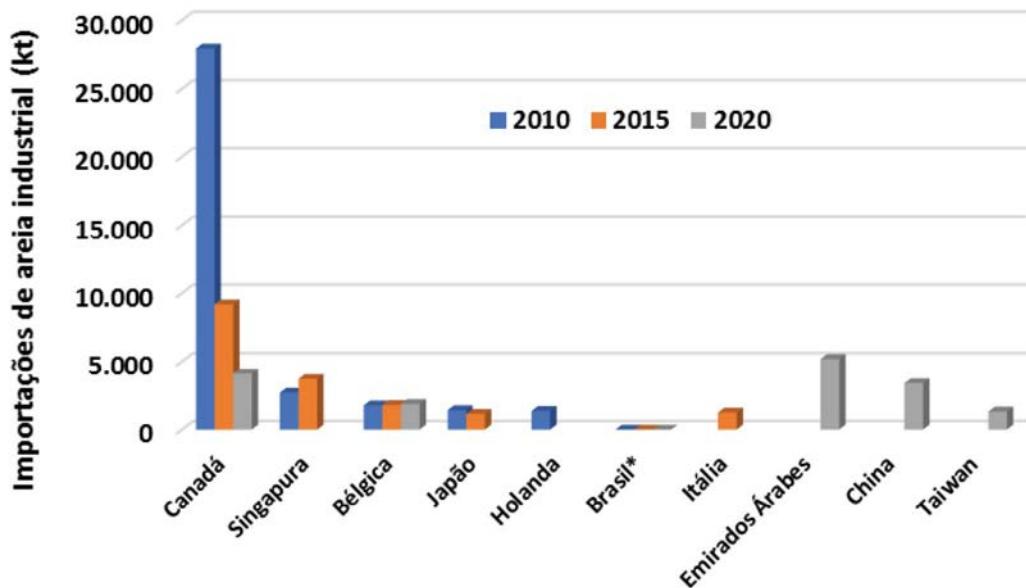
Tabela 7. Classificação dos principais importadores mundiais de areia industrial em 2010, 2015 e 2020.

Colocação	País	2010		2015		2020	
		Importação (kt)	País	Importação (kt)	País	Importação (kt)	
1º	Canadá	27.941	Canadá	9.181	Emirados Árabes	5.191	
2º	Singapura	2.694	Singapura	3.711	Canadá	4.104	
3º	Bélgica	1.768	Bélgica	1.792	China	3.397	
4º	Japão	1.415	Itália	1.237	Bélgica	1.868	
5º	Holanda	1.355	Japão	1.142	Taiwan	1.313	
	Brasil (108º)*	0,66	Brasil (108º)*	0,61	Brasil (140º)*	0,92	

Fonte. U41 (2022).

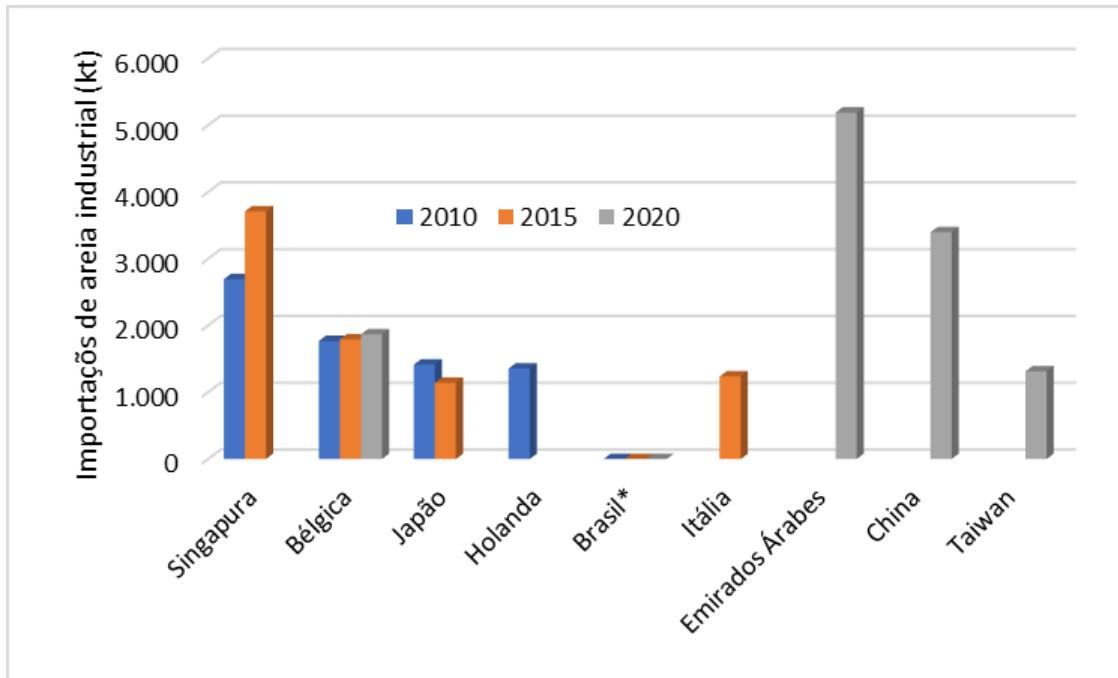
Nota: * COMEXSTAT MDIC (2022).

Figura 6a. Ordenamento dos principais importadores mundiais de areia industrial em 2010, 2015 e 2020.



Fonte. U41 (2022).

Figura 6b. Principais importadores mundiais de areia industrial em 2010, 2015 e 2020, exceto Canadá.



Fonte. U41 (2022).

A demanda por areia industrial continua impulsionada pela produção de vidros na construção civil e na indústria automotiva. A utilização do gás de xisto como alternativa para reduzir a dependência do petróleo também justifica o aumento da demanda pela areia industrial utilizada como propante no processo de fraturamento hidráulico. A utilização da areia industrial para a fundição, na composição de moldes, representa um importante *driver* para estimular a importação do produto nos países de destino. Apesar dos efeitos provocados pela pandemia de COVID-19, o comportamento das importações deverá se manter estável atendendo a demanda dos seus consumidores finais. As importações brasileiras não são representativas no mercado global, já que a produção interna supre a necessidade da indústria nacional.

2.2.1.18.5. Exportações de areia industrial

No tocante ao volume de exportações, coloca o Brasil, no ano de 2020, na 27ª posição no *ranking* mundial de exportadores de areia industrial, com volumes pouco relevantes e limitada a mercados específicos. A Tabela 8 e a Figura 7 mostram sua evolução no *ranking* mundial, juntamente com os 5 países com maiores exportações.

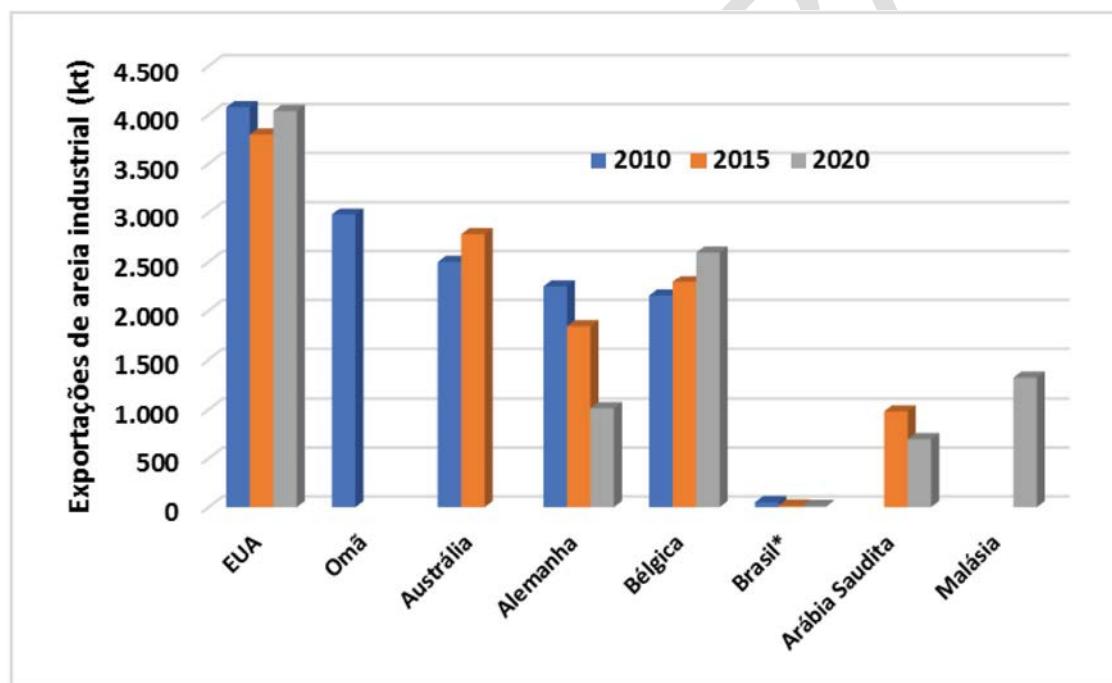
Tabela 8. Classificação dos principais exportadores mundiais de areia industrial em 2010, 2015 e 2020.

Colocação	País	2010		2015		2020	
		Exportações (kt)	País	Exportações (kt)	País	Exportações (kt)	
1º	EUA	4.077	EUA	3.800	EUA	4.039	
2º	Omã	2.982	Austrália	2.780	Bélgica	2.593	
3º	Austrália	2.499	Bélgica	2.293	Malásia	1.323	
4º	Alemanha	2.246	Alemanha	1.843	Alemanha	1.014	
5º	Bélgica	2.153	Arábia Saudita	981	Arábia Saudita	695	
	Brasil (31º)*	50	Brasil (45º)*	16	Brasil (27º)*	12	

Fonte. U41 (2022).

Nota: * COMEXSTAT MDIC (2022).

Figura 7. Ordenamento dos principais exportadores mundiais de areia industrial em 2010, 2015 e 2020.



Fonte. U41 (2022).

As exportações de areia industrial estão pulverizadas entre vários países, sendo justificada por vários fatores: capacidade de suas reservas, proximidade com o mercado consumidor, tecnologia no processamento e produto final. Na América do Norte, o investimento em pesquisa e desenvolvimento, principalmente aquele relacionado à utilização da areia industrial no fraturamento hidráulico, coloca os Estados Unidos em evidência no mercado global.

2.2.1.18.6. Porte das Empresas e Geração de Empregos

A Tabela 9, mostra um panorama das principais empresas produtoras de areia industrial no Brasil no ano de 2020, conforme seu porte, em termos de produção, listando ainda os estados da federação onde estão instalados suas operações e os números de empregos diretos e indiretos gerados.

Tabela 9. Panorama das empresas produtoras de areia industrial no Brasil, por porte de produção, no ano de 2020.

Empresas de Médio Porte de Produção (<1Mta e > 100kta)					
Empresa	Produção	Estado	Município	Empregos diretos	Empregos indiretos
CEMIL LTDA	147.757	Paraíba	Marataca	50	150
Total	147.757	Brasil		50	150
Empresas de Pequeno Porte de Produção (<100kta e > 10kta)					
Empresa	Produção	Estado	Município	Empregos diretos	Empregos indiretos
Minerare Mineração e Comércio Ltda	95.546	Rio de Janeiro	Cabo Frio	135	410
COMSAPE EXTRACAO E COMERCIO DE MINERIOS LTDA	76.814	São Paulo	São Pedro	291	875
FLAVIA ROMIO MARCHIONNO	62.675	São Paulo	Tremembé	295	886
Hobi S/A - MINERACAO DE AREIA E CONCRETO	56.279	Paraná	União da Vitoria	501	1.505
RIOVALE MINERACAO E AGROPECUARIA LTDA	29.134	Rio de Janeiro	Cabo Frio	121	385
DIEGO DE OLIVEIRA & CIA. LTDA	19.973	São Paulo	Santa Cruz da Conceição	289	892
Total	340.422	Brasil		1632	4953
Empresas de Micro porte de Produção (<10kta)					
Empresa	Produção	Estado	Município	Empregos diretos	Empregos indiretos
MINERACAO AREIA BRANCA LTDA	6.893	Minas Gerais	Santa Barbara do Monte Verde	3.430	3.430
MINERACAO BENTO QUIRINO LTDA.	5.700	São Paulo	São Simão	945	945
Total	12.593	Brasil		4375	4375
Total das Empresas por Porte de Produção					
Porte	Produção (kta)	Brasil		Empregos diretos	Empregos indiretos
Grande	NA	Brasil		-	-
Médio	147.757			50	150
Pequeno	340.422			1632	4953
Micro	12.593			4.375	4.375
Total	500.772			6.057	9.478

Fonte. ANM (2022b).

Foram identificadas as 9 principais empresas atuantes no setor de areia industrial no Brasil, que representam cerca de 70% da produção e são categorizadas como de médio e pequeno porte.

2.2.1.18.7. Porte dos Projetos em Andamento e/ou Previstos e Geração de Empregos

Segundo a base de dados ANM, há 4 requerimentos de lavra para areia industrial, indicando possíveis projetos no futuro: um projeto da Mineração Jundú Ltda., em Barra Velha-SC, um projeto da Somar Mineradora Ltda., em Lagoa dos Patos-RS, um projeto da Allcomin Minérios Ltda., em Piracicaba-SP e São Pedro-SP, e uma projeto da STI Construtora Ltda., em Paranaguá-PR, ainda sem informações divulgadas de capacidade de produção e geração de empregos.

2.2.1.18.8. Projeções para o Brasil até 2050 de areia industrial

Os dados de estimativas das projeções para o Brasil, até 2050, considerando o cenário atual e o cenário futuro são apresentados na Tabela 10 e na Figura 8.

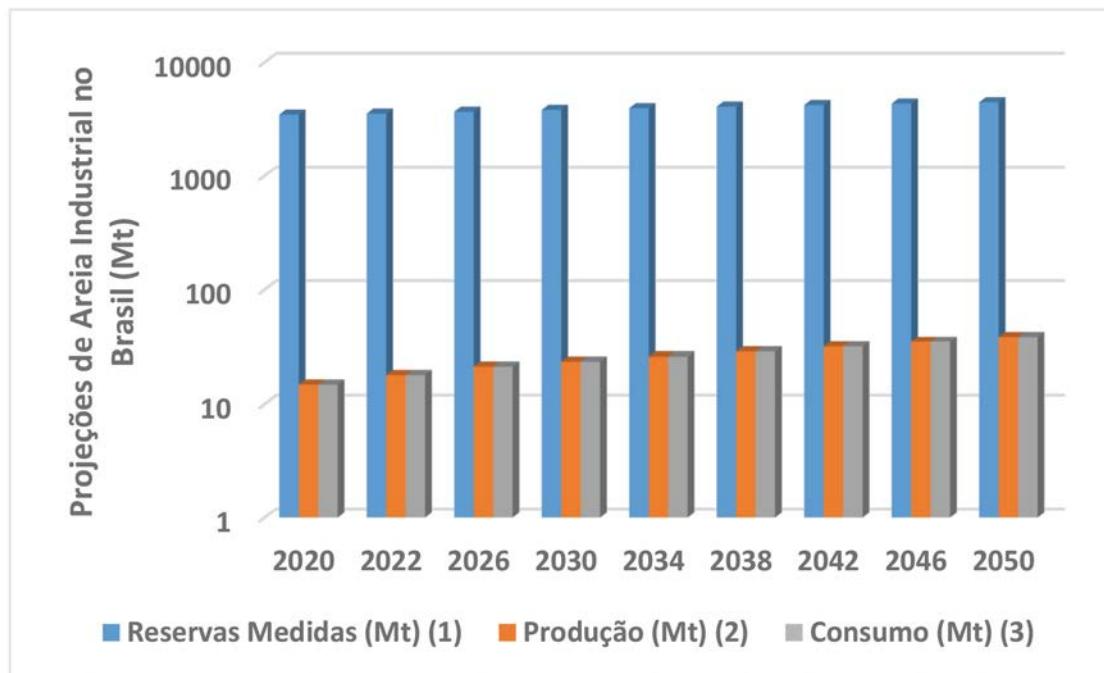
Tabela 10. Estimativas das projeções para o Brasil, até 2050, considerando o cenário atual e o cenário futuro.

	2020	2022	2026	2030	2034	2038	2042	2046	2050
Reservas Medidas (Mt) (1)	3.441	3.514	3.649	3.783	3.916	4.047	4.174	4.296	4.413
Produção (Mt) (2)	14,8	17,9	21,2	23,4	25,8	28,5	31,5	34,7	38,3
Consumo (Mt) (3)	14,8	17,9	21,2	23,4	25,8	28,5	31,5	34,7	38,3
Importações (Mt) (4)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Exportações (Mt) (4)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Empregos diretos (5)	6.057	6.179	6.430	6.691	6.962	7.245	7.539	7.845	8.164
Empregos indiretos (5)	9.478	9.669	10.061	10.470	10.895	11.337	11.797	12.276	12.775

Notas:

- (1) Considerando as reservas medidas em 2020 e a conversão das indicadas e inferidas em novas reservas a uma taxa de 1,5% aa.
- (2) Considerando aumento da produção a uma taxa de 10% aa até 2023, em função da recuperação da economia dos efeitos da pandemia de COVID-19 e uma taxa de crescimento de 2,5% aa até 2050.
- (3) Considerando o consumo nacional igual à produção.
- (4) Considerando que o Brasil continuará autossuficiente em areia industrial e que não há excedente para exportação.
- (5) Considerando um aumento da oferta de empregos em 1% aa.

Figura 8. Estimativas das projeções das reservas medidas, produção e consumo para o Brasil, até 2050, considerando o cenário atual e o cenário futuro.



2.2.1.18.9. Projeções para o mundo até 2050 de areia industrial

Os dados de estimativas das projeções para o mundo, até 2050, considerando o cenário atual e o cenário futuro, são apresentados na Tabela 11 e na Figura 9.

Tabela 11. Estimativas das projeções para o mundo até 2050, considerando o cenário atual e o cenário futuro.

	2020	2022	2026	2030	2034	2038	2042	2046	2050
Reservas Medidas (Mt) (1)	908.000	907.596	906.738	905.810	904.805	903.718	902.540	901.266	899.886
Produção (Mt) (2)	200	208	225	244	264	286	309	335	362
Consumo (Mt) (3)	200	208	225	244	264	286	309	335	362

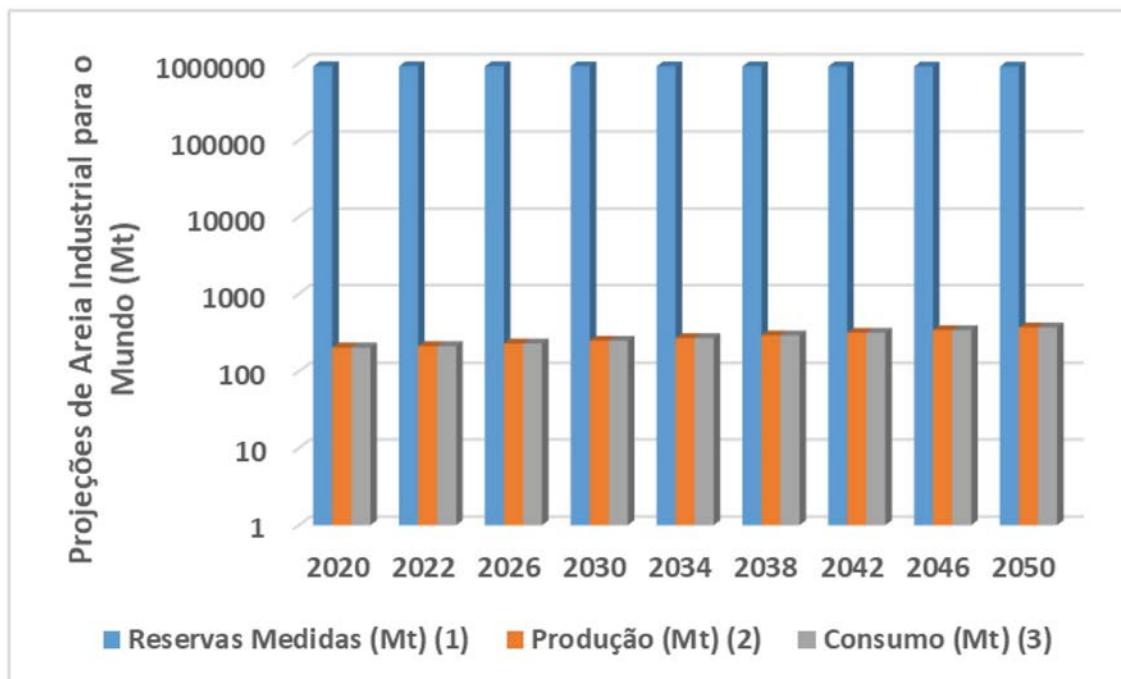
Notas:

(1) Considerando as reservas de 2020, sem reposição, em função da abundância do material.

(2) Considerando crescimento da produção em 2% aa.

(3) Considerando consumo igual à produção.

Figura 9. Estimativas das projeções para o mundo até 2050, considerando o cenário atual e o cenário futuro.



Lista de referências:

ANM. Agência Nacional de Mineração. Contato com ANM. 2020

ANM. Agência Nacional de Mineração. **ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO.** 2022a

Disponível em: https://app.anm.gov.br/DadosAbertos/AMB/Producao_Bruta.csv
Acesso em: 03 jun. 2022.

ANM. Agência Nacional de Mineração. **DADOS ABERTOS ARRECADAÇÃO CFEM.** 2022b

Disponível em: <https://app.anm.gov.br/DadosAbertos/ARRECADACAO/>
Acesso em: 03 jun. 2022.

COMEXSTAT MDIC. **EXPORTAÇÃO E IMPORTAÇÃO GERAL. SH(6): 250510.** 2022

Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>
Acesso em: 03 jun. 2022.

U41. UNITED NATIONS DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS | COMTRADE DATABASE. 2022. SH (6): 250510.

Disponível em: <https://comtrade.un.org/data/>
Acesso em: 03 jun. 2022.

UN. UNITED NATIONS. SAND AND SUSTAINABILITY: 10 STRATEGIC RECOMMENDATIONS TO AVOID A CRISIS. GRID-Geneva, Switzerland, 2022. 90 p. (ISBN 9789280739329)

Disponível em: <https://unepgrid.ch/en/resource/2022SAND>

Acesso em: 03 jun. 2022.

U.S. GEOLOGICAL SURVEY. MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2012.

Reston, Va: U.S. Geological Survey, 2012. 191 p. (ISBN 9781411333499)

Disponível em: <https://pubs.er.usgs.gov/publication/mineral2012>

Acesso em: 03 jun. 2022.

U.S. GEOLOGICAL SURVEY. MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2017.

Reston, Va: U.S. Geological Survey, 2017. 206 p. (ISBN 9781411341043)

Disponível em: <https://d9-wret.s3.us-west-2.amazonaws.com/assets/palladium/production/mineral-pubs/mcs/mcs2017.pdf>

Acesso em: 03 jun. 2022.

U.S. GEOLOGICAL SURVEY. MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2022.

Reston, VA: U.S. Geological Survey, 2022. 202 p. (ISBN 9781411344341).

Disponível em: [https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022.pdf.](https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022.pdf)

Acesso em: 03 jun. 2022.