

Panorama Atual do Arranjo Produtivo Local (APL) Gesseiro da Região do Araripe-PE



Instituto Nacional de Tecnologia (INT)
Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI)

Rio de Janeiro, outubro de 2023

**Panorama Atual do Arranjo Produtivo Local (APL) Gesseiro da Região do
Araripe – PE
Linha de Base 2023**

**Desenvolvido por: Instituto Nacional de Tecnologia – INT / Ministério da
Ciência, Tecnologia e Inovação**

Autores:

Joaquim Augusto Pinto Rodrigues

Mauricio Francisco Henriques Jr.

Paula Rocha Cícero

Luiz Felipe Lacerda Pacheco

Talita Pereira Faro da Silva

Patrícia Dresch

O Instituto Nacional de Tecnologia (INT) desenvolveu o presente estudo sob encomenda da Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (SETEC) do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), e com o apoio da Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Computação Científica (FACC).

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA – INT

Divisão de Avaliações e Processos Industriais (DIAPI) – Laboratório de Energia (LABEN)

Av. Venezuela, 82, Rio de Janeiro – RJ, Brasil.

CEP: 20081-312

www.gov.br/int/pt-br

Contato:

augusto.rodrigues@int.gov.br

mauricio.henriques@int.gov.br

SUMÁRIO

1. Apresentação	1
2. Caracterização Geral do Setor e Região	2
3. Processo Produtivo	3
3.1. Mineração da gipsita.....	5
3.2. Calcinação	6
3.3. Preparo final e embalagem	8
3.4. Produção de pré-moldados de gesso.....	9
4. Quadro da Produção Atual.....	11
5. Cadeia de Produção e de Comercialização	14
5.1. Quadro geral	14
5.2. Mineração	15
5.3. Fabricação do gesso – calcinadoras.....	15
5.4. Fabricação de placas, blocos e outros artefatos	16
6. Tecnologias de calcinação	17
7. Matriz Energética	19
7.1. Biomassas energéticas	20
7.1.1 Manejo Florestal Sustentável para a oferta de lenha	22
7.1.2. Algaroba	24
7.1.3. Podas Frutíferas Diversas	24
7.1.4. Plantio de Eucalipto.....	25
7.1.5. Balanço de Oferta e Demanda de Biomassa.....	26
7.2. Combustíveis fósseis (gás natural, coque de petróleo e óleo combustível)....	28
7.3. Energia elétrica	29
7.3.1. Uso de Energia Elétrica pelas Empresas Gesseiras	29
7.3.2. Detalhamento do Uso de Energia Elétrica.....	32
7.3.3. Fornecimento e Consumo de Energia Elétrica	34
7.4. Energia Solar	35
7.4.1. Sistemas Fotovoltaicos Instalados nas Empresas do Polo Gesseiro.....	36
7.4.2. Investimentos e Financiamentos Disponíveis	37
7.4.3. Benefícios e Incertezas	38
8. Atores e Capacidade Institucional	40
9. Principais Oportunidades para Maior Produtividade e Economia	40
9.1. Eficiência Energética.....	40
9.2. Aumento de produtividade e redução de custos	41
9.3. Desenvolvimento de Novas Pesquisas Geológicas para Atualização e Expansão das Reservas de Gipsita.....	41
9.4. Capacitação em Gestão Empresarial e Formação de Mão de Obra.....	42
9.5. Assistência Técnica para a Melhoria da Qualidade dos Produtos	42
9.6. Regularização Ambiental dos Empreendimentos.....	42
10. Gargalos Existentes	43

11. Comentários Finais.....	44
Referências Bibliográficas	46

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Participação percentual das biomassas energéticas no polo gessoiro.....	21
Gráfico 2 – Índices de respostas sobre os principais problemas enfrentados pelas indústrias do Sertão do Araripe.	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Municípios que compõem a região do APL gessoiro no Araripe em Pernambuco.	2
Figura 2 – Fluxograma do processo produtivo do gesso e seus artefatos.	4
Figura 3 – Diagramado processo produtivo do gesso.	5
Figura 4 – Mineração da gipsita na região do Araripe.	5
Figura 5 – Vista da tremonha/moedor para redução do tamanho dos blocos de gipsita.	6
Figura 6 – Fluxograma de indústria com o uso de forno tipo marmita rotativo.....	7
Figura 7 – Fornos barriga quente	7
Figura 8 – Cilindro de fornos barriga quente.	8
Figura 9 – Embalagens de papel de 40 kg e "big bags".	9
Figura 10 – Produção manual de placas de gesso.	10
Figura 11 – Moldagem de placas de gesso tipo "carrossel".	10
Figura 12 – Vista das estantes de secagem "ao tempo".	11
Figura 13 – Calcinador barriga quente / rotativo.	17
Figura 14 – Esquema estrutural do forno rotativo / barriga quente.....	18
Figura 15 – Questão da sustentabilidade e legalidade por diferentes fontes de biomassa.	21
Figura 16 – Lenha de manejo florestal da Caatinga.	23
Figura 17 – Lenha de algaroba.	24
Figura 18 – Lenha de cajueiro.	25
Figura 19 – Vista da atividade de mineração da gipsita.	30
Figura 20 – Etapas do processo em uma calcinadora.	30
Figura 21 – Produção de Artefatos - Placas de Gesso em Carrossel.....	31
Figura 22 – Outros usos de energia elétrica nas empresas.	32
Figura 23 – Processo fabril de uma calcinadora apresentando etapas e principais motores elétricos.....	33
Figura 24 – Maiores insolações para geração de energia solar fotovoltaica.	35
Figura 25 – Sistema solar da empresa Gesso Aliança em Trindade – PE.	37

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Produtos do polo gesseiro por tipo de atividade.....	3
Tabela 2 – Tipo das empresas na região do Polo Gesseiro em 2018.....	12
Tabela 3 – Estimativa da quantidade de empresas no Polo Gesseiro por porte.	13
Tabela 4 – Estimativa da produção total mensal no Polo Gesseiro por porte de empresas.	13
Tabela 5 – Valores para os produtos do APL Araripe.....	14
Tabela 6 – Quadro do consumo anual de energéticos para uma produção de gesso de 4,44 milhões de toneladas/ano (base 2022).	20
Tabela 7 – Balanço energético entre a demanda e oferta de lenha da região NE em 2018.	27
Tabela 8 – Necessidade e custos energéticos para a produção de 1 t de gesso.	29
Tabela 9 – Potências típicas dos equipamentos na cadeia produtiva do gesso.....	32
Tabela 10 – Dados médios do consumo e gastos com energia elétrica associados à produção por empresa.....	34
Tabela 11 – Estimativa de sistemas solares fotovoltaicos para as demais empresas do polo.	39

1. Apresentação

O presente estudo refere-se à “Etapa 1 – Panorama Atual da Produção de Gesso” do Projeto “**Eficiência Energética no Arranjo Produtivo Local (APL) Gesseiro da Região do Araripe-PE**”, apoiado pelo Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI, cujo objetivo é desenvolver estudos e a disseminação de tecnologias sobre o uso eficiente de energia e para o emprego de energia renovável para as empresas integrantes da cadeia produtiva do setor. Nesta linha, o Projeto objetiva contribuir com as empresas do APL na busca de alternativas para uma maior sustentabilidade, considerando as dimensões tecnológica, econômica, social e ambiental.

No APL da produção do gesso busca-se examinar toda a cadeia produtiva, as interfaces existentes com diversos agentes regionais, priorizando temas ligados ao uso da energia de um modo geral e outros aspectos relevantes para garantir uma maior produtividade, redução de custos e qualidade dos produtos finais. Associado a esses temas, é realizada também a identificação de gargalos, que freiam uma produção mais sustentável, principalmente os temas ligados à oferta e uso de energia. Dessa forma, o estudo do Panorama Atual destaca informações sobre os processos produtivos, tecnologias, produção, energéticos empregados, questões ambientais, dentre outros.

Por fim, o trabalho aponta as oportunidades tecnológicas mais importantes para o polo gesseiro, validando os estudos e materiais técnicos específicos de disseminação tecnológica que serão desenvolvidos de forma mais detalhada nos passos seguintes. Os para uma maior produtividade e sustentabilidade. Todo esse material a ser desenvolvido deve abordar os seguintes temas: eficiência energética em calcinadores, emprego de biomassa picada em calcinadores, uso de energia solar, e panorama da oferta e uso da biomassa energética.

Além de contribuir com a questão da energia na cadeia produtiva do gesso, todas as possibilidades tecnológicas avaliadas ajudam sobremaneira na redução das emissões atmosféricas poluentes e contribuem com uma maior preservação da mata nativa - a Caatinga.

Este trabalho contou com também o apoio fundamental das instituições locais, tais como o Sindicato das Indústrias de Gesso do Estado de Pernambuco – SINDUSGESSO, o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de Pernambuco - SEBRAE-PE, a Federação das Indústrias do Estado de Pernambuco (FIEPE), a Associação Pernambucana de Energia Solar (APESOLAR), a Universidade

Federal de Pernambuco (UFPE) e de várias empresas produtoras de gesso e seus artefatos na região.

2. Caracterização Geral do Setor e Região

O gesso é o produto da transformação termoquímica do minério gipsita, cujos depósitos mais importantes no Brasil, estimados em 450 milhões de toneladas (U. S. Geological Survey, 2023), estão localizados na região do Araripe, no extremo oeste do Estado de Pernambuco, a cerca de 700 km da capital Recife. Nesta região está instalado o principal polo produtor de gesso do país, que compreende os municípios de Araripina, Trindade, Ouricuri, Bodocó, Ipubi, Exu, Granito, Moreilândia, Santa Cruz e Santa Filomena (Figura 1), onde habitam aproximadamente 320 mil pessoas, segundo o último levantamento do IBGE (2023).

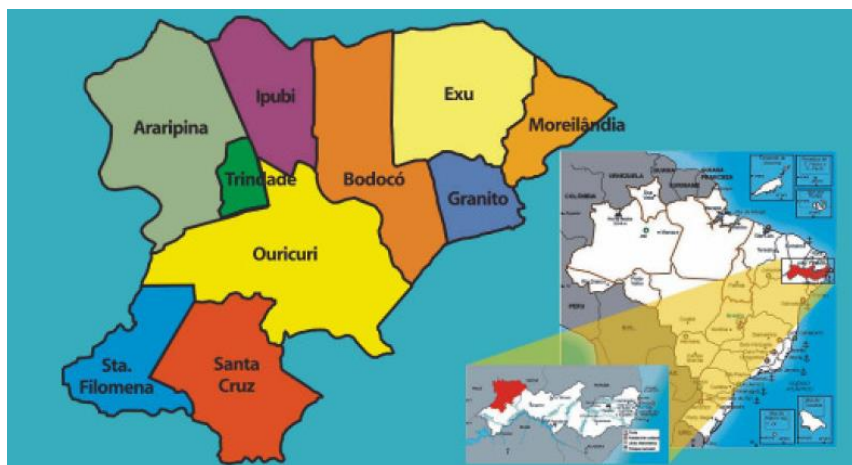


Figura 1 – Municípios que compõem a região do APL gesseiro no Araripe em Pernambuco.

Fonte: Angelotti *et al.* (2021).

O Arranjo Produtivo Local (APL) do gesso do Araripe reúne num só “*cluster*” cerca de 510 empresas, dedicadas às atividades mostradas na Tabela 1. Neste polo, segundo o SINDUSGESSO (2023), em 2023 estão atuando 55 empresas mineradoras de gipsita, 185 empresas produtoras de gesso em pó (calcinadoras) e cerca de outras 270 empresas fabricantes de produtos pré-moldados de gesso. Neste conjunto há empresas que operam somente em uma etapa do processo ou duas atividades, ou ainda, excepcionalmente, nas três etapas integralmente, ou seja, mineração, calcinação e produção de pré-moldados.

Tabela 1 – Produtos do polo gesseiro por tipo de atividade.

Atividade	Produtos / Finalidade
Mineração	- Gipsita – para a produção de cimento, “gesso agrícola” e para fabricação de gesso propriamente dita (nas calcinadoras).
Calcinação	- Gesso beta – para a fabricação de pré-moldados, revestimento, gesso cola e gesso projetado, produtos empregados na construção civil e gesso para a fundição. - Gesso alfa – para fins odontológicos e ortopédicos.
Fabricação de artefatos	- Placas de teto, blocos e gesso acartonado (<i>drywall</i>)

Fonte: Elaboração própria.

Atualmente a produção de gesso no APL do Araripe é de cerca de 4,44 milhões toneladas por ano, de acordo com o SINDUSGESSO (2023), e ainda segundo este, o setor emprega 3.500 pessoas diretamente, além de aproximadamente 14.300 empregos indiretos.

A maior parte do valor comercializado com os produtos do processo de fabricação do gesso é representada pelo gesso de revestimento e fundição com 65% do total, em seguida estão os pré-moldados de placas, os produtos da mineração e os pré-moldados de blocos, com 24%, 8% e 3%, respectivamente. No total, em 2018, a região do Polo Gesseiro do Araripe comercializou cerca de R\$ 420 milhões, com 79% do comércio sendo destinado para outros estados (exceto Pernambuco) (SEBRAE-PE, 2019).

3. Processo Produtivo

O processo de fabricação do gesso e de seus artefatos se inicia com a mineração ou lavra da gipsita, beneficiamento inicial do minério, que tem três finalidades básicas: matéria prima para a produção de cimento, gesso agrícola e para a fabricação do gesso propriamente dito nas empresas calcinadoras. A Figura 2 mostra o fluxo do processo e os produtos que compõem o APL.

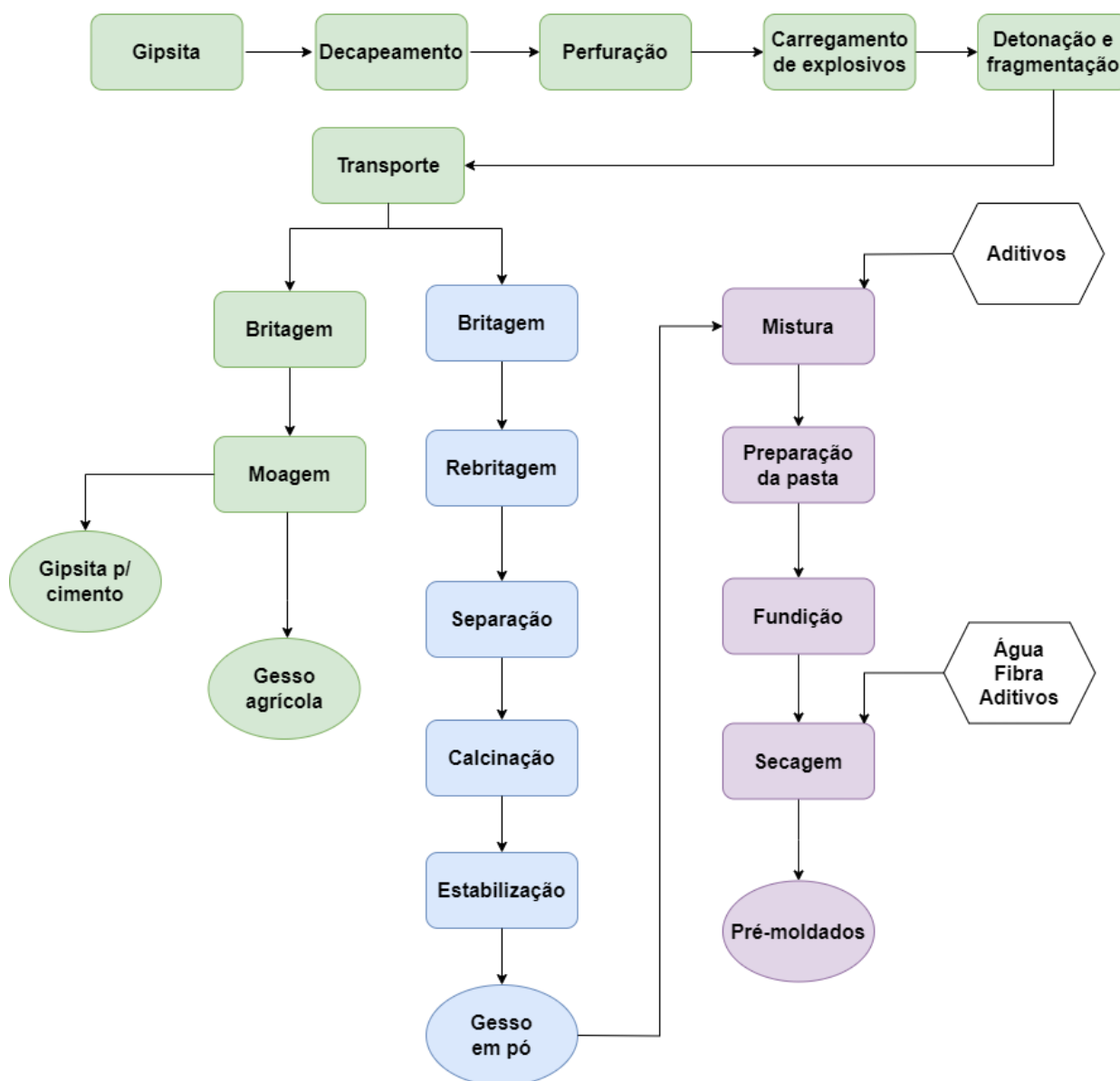


Figura 2 – Fluxograma do processo produtivo do gesso e seus artefatos.
Fonte: Elaboração própria.

Nas calcinadoras a gipsita em blocos de menor tamanho é britada, moída e direcionada para os fornos de calcinação, onde o gesso é obtido e moído em seguida, conforme ilustrado na Figura 3. Daí é embalado ou segue em volumes maiores para a fabricação de pré-moldados (placas e blocos de gesso), gesso de revestimento para acabamento na construção civil, gesso de fundição, gesso cola, gesso projetado e gesso acartonado (*drywall*).

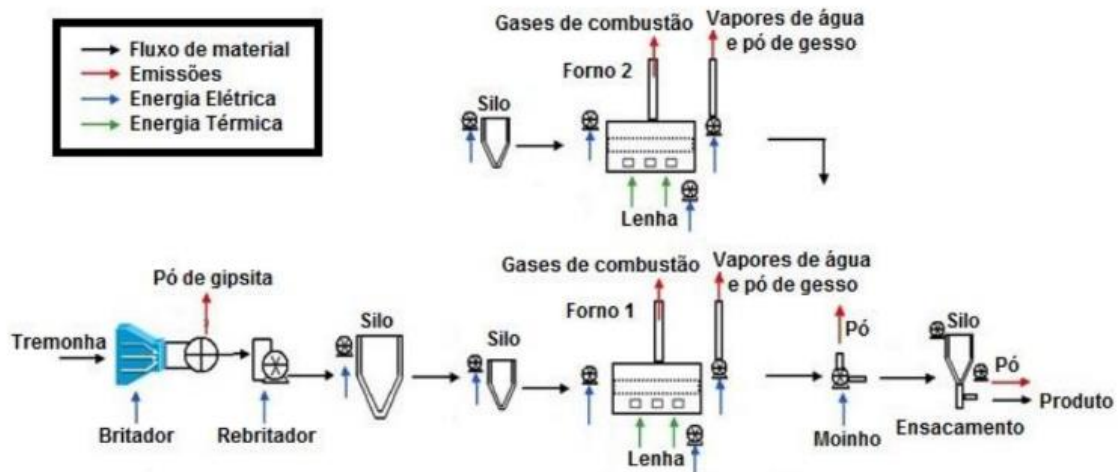


Figura 3 – Diagramado processo produtivo do gesso.
Fonte: CEPIS (2016).

3.1.Mineração da gipsita

A mineração é realizada em lavra a céu aberto na região, sendo o minério normalmente encontrado sob camadas de argila de dois a quinze metros de profundidade. Na operação de desmonte (detonações), são normalmente utilizados marteletes para perfuração, explosivos de média potência, bombas d'água, caminhões, pás carregadeiras e outros. Os blocos de minério com cerca de 1 m³ são reduzidos em pedaços menores com cerca 40 kg e transportados para as empresas de calcinação ou para clientes da indústria cimenteira. Algumas minas têm instalações de britagem, moagem e separação granulométrica, o que permite maior redução e controle das dimensões e da granulometria do minério, produzindo inclusive o gesso agrícola.



Figura 4 – Mineração da gipsita na região do Araripe.

Nas próprias jazidas as pedras de gipsita passam também por um processo de seleção, no qual as porções mais limpas e de melhor qualidade são separadas e destinadas para as calcinadoras de gesso alfa (gesso para fins odontológicos e na medicina). Todo o material é transportado em caminhões para clientes variados.

3.2.Calcinação

Nas calcinadoras as pedras de gipsita são dirigidas para a tremonha e britadores de mandíbulas e de martelos, onde são fragmentadas em pedaços ainda menores (Figura 5).



Figura 5 – Vista da tremonha/moedor para redução do tamanho dos blocos de gipsita.

As pedras são então conduzidas por esteiras e elevadores para silos de alimentação do forno calcinador, conforme Figura 6. O gesso em pó (tipo beta), ainda aquecido, deixa o cilindro do forno de calcinação por gravidade e rotação contínua, sendo na sequência transportado por elevador mecânico para silo de estoque.

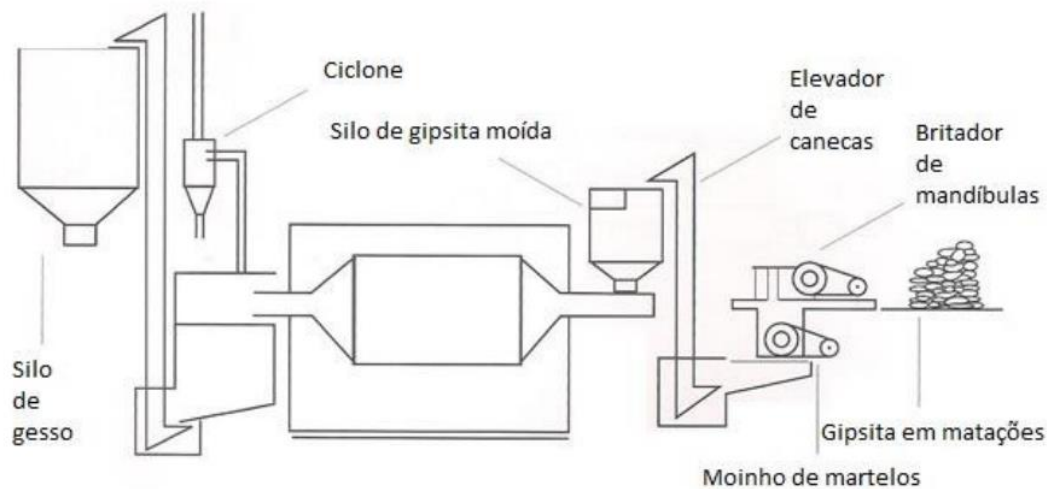


Figura 6 – Fluxograma de indústria com o uso de forno tipo marmita rotativo.



Figura 7 – Fornos barriga quente

A transformação da gipsita em gesso visando à produção de gesso beta, no processo de calcinação, se dá durante cerca de uma hora numa temperatura entre 150 e 160°C nos fornos calcinadores, sob agitação/rotação constante para manter uma uniformidade no produto. Neste processo de calcinação, a maior parte do sulfato de cálcio tem sua estrutura cristalina modificada, ao perder o equivalente a 1 e 1/2 molécula de água, tomando a forma denominada hemidrato de cálcio ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$).



Os fornos para a calcinação empregados atualmente são de dois tipos predominantes: “barriga quente” ou “marmita rotativa” e o tipo cilíndrico rotativo contínuo, conforme será apresentado no Capítulo 6 adiante.



Figura 8 – Cilindro de fornos barriga quente.

Na fabricação do gesso alfa, trabalha-se com pedras de gipsita de maior pureza, selecionadas de forma mais rigorosa. Em seguida, as pedras limpas, homogêneas e com dimensões entre 10 a 15 cm, são calcinadas em autoclaves a vapor (uso indireto) de modo gradativo, a cerca de 150 °C, num ciclo total de cerca de 11 horas, envolvendo 7 horas de calcinação e 4 horas de secagem. Portanto, trata-se de um processo mais lento de retirada de água, sem destruição da estrutura cristalina, e que proporciona um produto mais refinado e com alto valor agregado.

3.3.Preparo final e embalagem

Na parte final do processo, o material calcinado é retirado dos fornos e moído em moinhos de martelos com peneiras na faixa de 0,6 mm a 0,8 mm de abertura, de modo a obter a granulometria especificada por norma da ABNT. De acordo com as condições de calcinação, o gesso pode passar por um período de estabilização com o intuito de se alcançar uma maior homogeneidade na composição química final.

Finalmente o gesso é ensacado em máquinas especiais, empregando-se embalagens de papel de 40 kg ou em “*big bags*” de 1 tonelada (Figura 9), ou ainda em outras embalagens pré-definidas. Fabricantes de maior porte de placas, blocos e de

drywall, por exemplo, preferem adquirir o gesso in natura em “*big bags*”, dado o custo mais baixo.



Figura 9 – Embalagens de papel de 40 kg e “*big bags*”.

3.4. Produção de pré-moldados de gesso

Os pré-moldados compreendendo placas (60 x 60 cm), blocos e painéis podem ser produzidos em empresas que se dedicam somente a esta atividade a partir do gesso de fundição, geralmente de micro e pequeno porte, ou por aquelas com processo integrado que também atuam na calcinação, conforme mencionado. Alguns fabricantes de gesso introduziram modificações nas suas placas, passando a fabricá-las com características especiais. Alguns exemplos são: placas hidrofugadas, reforçadas com fibra de vidro, texturizadas, acústicas e do tipo removível.

O processo de produção dos pré-moldados predominante ainda é bastante artesanal e intensivo em mão de obra. As operações na fabricação das placas e outras peças compreendem basicamente: preparação da pasta, fundição, secagem, seleção e estocagem.

Inicialmente a pasta é preparada a partir da mistura do gesso com a água, em misturadores eletromecânicos ou manualmente. Em seguida se dá a fundição da pasta de gesso em matrizes de aço inox e liga de alumínio, num processo totalmente manual (Figura 10). Alternativamente, adotando um conceito mais moderno, já são empregadas

mesas automáticas de produção contínua para a fabricação de placas, também chamadas de mesas do tipo carrossel. Nesses equipamentos, a mistura gesso e água é dosada automaticamente e é injetada nos moldes que circulam continuamente em velocidade controlada, conforme retratado na Figura 11.



Figura 10 – Produção manual de placas de gesso.



Figura 11 – Moldagem de placas de gesso tipo "carrossel".

Após a moldagem, as peças são retiradas das formas e submetidas a secagem ao ar livre durante dois a três dias ou ainda em galpões ventilados e com telhado translúcido, como mostrado na Figura 12. Uma vez secas, as peças produzidas seguem para estoque e despacho.



Figura 12 – Vista das estantes de secagem “ao tempo”.

Em poucas empresas as placas são embaladas em plástico e papelão, produto que normalmente é destinado a redes varejistas de maior porte.

A garantia da qualidade dos pré-moldados de gesso é conseguida pelo controle de qualidade do gesso e da água utilizada na preparação da pasta.

4. Quadro da Produção Atual

Conforme informado, a produção de gesso no APL do Araripe atual é de cerca de 4,44 milhões t/ano e a extração total de gipsita estaria próxima a 15,8 milhões de toneladas/ano (SINDUSGESSO, 2023). Desse montante, apenas 35% da gipsita extraída destina-se para a fabricação de gesso, ou seja, cerca de 5,55 milhões de t/ano.

No entanto, há muita controvérsia na produção do APL, dada a alta informalidade existente na região. Se considerada uma informalidade na produção de cerca de 20%, a produção anual de gesso na região poderia ser de cerca de 5,3 milhões de toneladas por ano, de acordo com estimativas próprias.

Segundo dados do SINDUSGESSO, durante a pandemia de COVID-19 em 2020, o Polo Gesseiro do Araripe teve a produção triplicada (ou dobrada), seguida de uma queda nos anos seguintes estimada em 30%, fato também confirmado em algumas entrevistas presenciais em setembro de 2023. Naturalmente a produção de gipsita e gesso acompanham a evolução do setor de construção civil, ou seja, à medida que o setor cresce, aumenta produção desses materiais.

Conforme mencionado, no APL gesso há empresas que atuam em mais de uma etapa do processo fabril. De acordo com um levantamento minucioso realizado em 2018 pelo SEBRAE-PE (2019), foram mapeadas 425 empresas na região, sendo 130 calcinadoras, 11 mineradoras e 237 indústrias fabricantes de pré-moldados, conforme distribuição mostrada na Tabela 2. Predominam as empresas fabricantes exclusivamente de pré-moldados e calcinadoras, como também estas empresas estão mais concentradas nos municípios de Trindade, Araripina e Ipubi.

Tabela 2 – Tipo das empresas na região do Polo Gesso em 2018.

TIPOLOGIA	Araripina	Trindade	Ipubi	Bodocó	Ouricuri	Total	%
Mineradora como atividade exclusiva	2	0	3	0	5	10	2,7
Calcinadora como atividade exclusiva	32	53	27	0	5	117	32
Pré-moldados como atividade exclusiva	65	133	23	1	3	225	61,5
Gessos especiais/ gesso agrícola	0	0	1	0	0	1	0,3
Calcinadora e Pré-moldados	2	6	3	0	0	11	3
Calcinadora, mineradora, pré-moldados e outros produtos	1	0	0	0	0	1	0,3
Calcinadora e outros produtos	0	1	0	0	0	1	0,3
Total de empresas pesquisadas por município	102	193	57	1	13	366	100
Não responderam						59	-
Total de empresas no Polo						425	-

Fonte: SEBRAE-PE (2019).

Na Tabela 3 é estimada o percentual de empresas atuantes em cada uma das etapas do processo fabril. Nota-se que na mineração e na calcinação estão mais presentes empresas de médio porte, considerando seus enquadramentos em faixas de faturamento anual. De modo, contrário, a fabricação de placas e blocos, há uma predominância de pequenos produtores (99% em relação à quantidade de empresas). Já na Tabela 4 são mostradas as respectivas produções de acordo com o porte das empresas e sua atividade fabril.

Tabela 3 – Estimativa da quantidade de empresas no Polo Gesseiro por porte.

Tipo de atividade / Porte da empresa	Micro (< R\$ 360 mil/ano)	Pequeno (> R\$ 360 mil e <R\$ 4,8 milhões/ano)	Médio (>R\$ 16 milhões e< R\$ 90 milhões/ano)	Médio-grande (> 90 milhões e < 300 milhões/ano)	Número total de empresas
Mineração (gipsita)	-	29%	53%	18%	55
Calcinação (gesso)	3%	20%	60%	17%	185
Fabricação de placas e blocos de gesso	99%	0,7%	0,2%	0,1%	270

Obs.: Estes dados não representam resultados de levantamentos estatísticos detalhados em amostra significativa de empresas, nem tão pouco são extraídos de base de dados completas.

Fonte: Elaboração própria a partir de Henriques (2013), SEBRAE-PE (2019) e SINDUSGESSO (2023).

Tabela 4 – Estimativa da produção total mensal no Polo Gesseiro por porte de empresas.

Tipo de atividade / Porte da empresa	Micro	Pequeno	Médio	Médio-Grande	Total
Mineração (gipsita) (t/mês)	-	217.500	397.500	135.000	750.000
Calcinação (gesso) (t/mês)	6.000	40.000	120.000	34.000	200.000
Fabricação de placas e blocos de gesso (m²/mês)	2.772.000	19.600	5.600	2.800	2.800.000

Classificação das empresas: Micro (< R\$ 360 mil/ano); Pequeno (entre R\$ 360 mil e R\$ 4,8 milhões/ano); Médio (> R\$16 milhões e < R\$ 90 milhões/ano) e Médio-Grande (> R\$ 90 milhões e < R\$ 300 milhões por ano).

Fonte: Estimativas próprias a partir de SEBRAE-PE (2019) e SINDUSGESSO (2023).

As três principais atividades (como descrito na Tabela 1) presentes no APL do Araripe possuem custos com diferentes insumos em cada etapa. De acordo com dados fornecidos pelo SEBRAE-PE (2019), na mineração, por exemplo, 48% dos custos é referente a compra de combustível (óleo diesel), 24% e 17% referentes à impostos e mão de obra, respectivamente. Os demais custos da mineração são com desmontes e explosivos e manutenção. Já na etapa de calcinação, 23% dos custos referem-se à aquisição da gipsita (incluindo o frete do transporte), 20% a embalagens, 17% à mão de obra, além de 16% com energia elétrica e 14% com lenha (energia térmica). Os demais custos dessa etapa são representados por impostos e manutenção. Por fim, na produção

de pré-moldados, 45% dos custos é referente à compra do gesso em pó (também com o frete incluso), 25% pagamento de mão de obra e 11% impostos (SEBRAE-PE, 2019).

Para o comprador final dos produtos de gesso ou mesmo do gesso em pó fora da região, há um custo elevado com transporte dos materiais, pois este é realizado unicamente por via rodoviária, o que encarece os produtos finais e sua competitividade. A ferrovia Transnordestina em construção, cortando a região produtora do Araripe, poderá favorecer bastante o escoamento de gesso, barateando o custo do frete.

Como discutido no Capítulo 2, o comércio de gesso para revestimento e fundição representa 65% do montante comercializado pelo Polo Gesseiro do Araripe. De acordo com dados fornecidos pelo SEBRAE-PE (2019), em 2018, só esse tipo de produto faturou cerca de R\$ 275 milhões, o que implicaria em uma produção de 1,66 milhões de toneladas de gesso para revestimento e fundição. No caso desse gesso para revestimento, as empresas distribuidoras configuram 49% dos consumidores do Polo Gesseiro, enquanto as construtoras representam apenas 3%.

Os valores unitários dos produtos comercializados no APL de gesso são descritos na Tabela 5.

Tabela 5 – Valores para os produtos do APL Araripe.

Atividade	Valor unitário
Mineradoras (gipsita) ¹	R\$ 36,00/t
Revestimento e fundição ¹	R\$ 220,00/t
Pré-moldados (placas) ²	R\$ 4,54/m ²
Pré-moldados (blocos) ²	R\$ 11,00/m ²

Fonte: ¹ Estimativas próprias com base nos dados do SEBRAE-PE (2019).

² SEBRAE-PE (2019).

5. Cadeia de Produção e de Comercialização

5.1. Quadro geral

Conforme citado Capítulo 2, o Polo Gesseiro reúne 510 empresas, incluindo mineradoras, calcinadoras e fabricantes de artefatos, que dinamizam os subsetores de comercialização e distribuição, construção civil, máquinas e ferramentas, fabricação de embalagens, explosivos, dentre outros.

O principal cliente da produção de gesso são as empresas construtoras. Segundo o ComexStat, em 2022 o Paraguai, Chile, Colômbia, Equador foram os principais destinos das exportações de gesso e gipsita, além de outros países da América, Europa, Ásia e

África em menores proporções (MDIC, 2022). Em 2020, as exportações de gipsita e de diversas formas de gesso somaram aproximadamente 38 mil toneladas (MME, 2021).

No Brasil, o Polo Gesseiro atende praticamente todo o território, sendo que as regiões Sul e Sudeste concentram cerca de 80% do consumo total de gesso acartonado, exatamente por ser aquela onde está o maior poder aquisitivo da população. O estado de São Paulo sozinho consome 44% de todo o gesso acartonado produzido no Brasil. Em seguida, está a região Centro-Oeste, com um consumo de 11%, a região Nordeste com 6% e a região Norte com 3% (ERBS, 2020).

5.2. Mineração

A mineração de gipsita vem sendo estimulada há décadas pelo interesse dos grupos cimenteiros em garantir o suprimento de suas fábricas com uma matéria-prima essencial no processo de obtenção do cimento. Em 2017, 39 empresas declararam ter produzido gipsita, entre elas estão: Mineradora São Jorge, Gesso Integral, Rocha Nobre Mineração, Mineração Alto Bonito, Votorantim Cimentos N/NE, Mineradora Sombra da Serra, Mineração Puluca, Alencar e Parente Mineração, Indústria de Gessos Especiais e Royal Gipso. Segundo dados do ANM (2018), esse grupo de empresas foi responsável por 83,3% da produção nacional.

5.3. Fabricação do gesso – calcinadoras

Nesse grupo existem empresas que somente calcinam e comercializam o gesso beta em grandes embalagens (*big bags*) ou em embalagens tradicionais de 40 kg, como também há empresas que usam parte de sua produção de gesso *in natura* para fabricar placas e blocos. Os principais clientes de gesso de revestimento são empresas do setor de construção civil, enquanto que a venda para empresas varejistas é insignificante.

Em termos de produção, a grande maioria das calcinadoras é de pequeno a médio porte, alcançando uma produção de até 3.500 t de gesso beta por mês por empresa. Um grupo menor é composto por empresas com maior porte, podendo produzir até 9.000 t de gesso/mês cada. Estas são empresas mais estruturadas e que geralmente contam também com a produção de placas ou blocos de gesso e outros produtos.

O maquinário das calcinadoras compreende vários itens com custos importantes, a saber: tremonhas, britadores, silos, moinhos, fornos de calcinação e ensacadoras. Vários equipamentos e máquinas podem ser confeccionados nas próprias empresas, em particular naquelas onde há melhor estrutura e oficinas capacitadas, ou ainda em pequenas metalúrgicas na região.

5.4. Fabricação de placas, blocos e outros artefatos

Na fabricação de placas, pode ser empregado o processo artesanal em molduras de aço/alumínio assentadas em mesas fixas, cuja produção é de 400 placas por dia que, segundo o SEBRAE (2019), é utilizado por 91% das empresas. Além disso, algumas empresas utilizam mesas automáticas e contínuas do tipo “carrossel” com uma produção de 10.000 placas/dia.

A grande vantagem operacional do carrossel, além de sua produção muito maior, reside no fato de proporcionar uma maior produtividade.

A fabricação de blocos segue um processo semelhante ao das placas, e também é muito artesanal. Existe tecnologia mais moderna contemplando dosadores de água e pó, e toda a preparação da pasta e conformação dos blocos por fundição realizada em equipamentos hidráulicos e automáticos.

Outros produtos pré-moldados, tais como as chapas de gesso acartonado (*drywall*) vêm ganhando mercado no Brasil. A comercialização nacional de *drywall* em 2020 ultrapassou a marca de 100 milhões de m², segundo a fabricante Knauf do Brasil (O GLOBO, 2021). De acordo com dados disponibilizados pela empresa Knauf do Brasil, o mercado deste produto no Brasil ainda é muito tímido, quando comparado a outros países. Enquanto nos Estados Unidos há um consumo anual desse material de 10,94 m² per capita, no Brasil o índice de consumo anual é 0,64 m² per capita, o que indica um espaço muito grande de crescimento (ZORZI, 2023).

O consumo interno de gesso per capita anual é de 11 kg um valor ainda muito aquém em relação a outros países (ANM, 2018). Na Europa o consumo era de 80 kg por habitante/ano e nos EUA de 118 kg há alguns anos (INT/MCTI, 2013). Segundo o Ministério de Minas e Energia, a projeção de consumo per capita de gipsita para o quadriênio 2028/2030 é de 19 kg/habitante (BEZERRA, 2019).

Os artefatos de gesso têm experimentado uma concorrência de outros produtos empregados na construção civil, em particular dos artigos cerâmicos, dos blocos de concreto, dos artefatos de madeira, dos plásticos e ainda do gesso sintético, tanto de desulfogesso, resultante da dessulfurização de gases efluentes, quanto de fosfogesso, resíduo gerado na produção de ácido fosfórico (BEZERRA, 2009).

A concorrência que os produtos de gesso sofrem com outros materiais é fortemente influenciada pelos preços praticados e pelo poder aquisitivo da população. Isso é percebido quanto se constata que o gesso tem um uso mais intenso nas regiões mais ricas do país. Além disso, há também questões culturais e outras de ordem técnica, como

por exemplo – facilidade de manutenção, custo final de construção, conforto térmico e conforto acústico. Numa situação de concorrência, considerando-se somente os preços finais dos produtos, é difícil de estimar até que ponto os produtores de gesso teriam margem para praticar preços ainda mais baixos e concorrer com os demais produtos. Alguns agentes vêm desenvolvendo estudos comparativos, mas não se tem um quadro final definitivo, pelo menos comparando os custos finais de, por exemplo, uma casa com paredes de gesso, ou cerâmica ou ainda de blocos de concreto.

Contudo, mesmo diante de todo esse quadro de produtos concorrentes, o Polo Gesseiro já reúne uma boa base para um enfrentamento mais acirrado. Conta com depósitos significativos de gipsita, que resultam numa expectativa de exploração de longo prazo, e que deverão ser ampliados a partir de novas pesquisas de campo, e se apoia numa infraestrutura produtiva já bem estabelecida e extremamente dinâmica, podendo se adaptar para várias situações.

6. Tecnologias de calcinação

Conforme mencionado, os fornos calcinadores em operação no APL gesseiro são basicamente de dois tipos: “marmita rotativa”, também chamado de “barriga quente” e o rotativo contínuo. Os fornos antigos e obsoletos do tipo panela foram desativados completamente, segundo informações do SINDUSGESSO e pesquisa do SEBRAE-PE (2019).

O tipo mais empregado, o marmita rotativa, opera por batelada, e está presente em 97% das empresas, de acordo com o SEBRAE-PE (2019), e é mostrado na Figura 13.

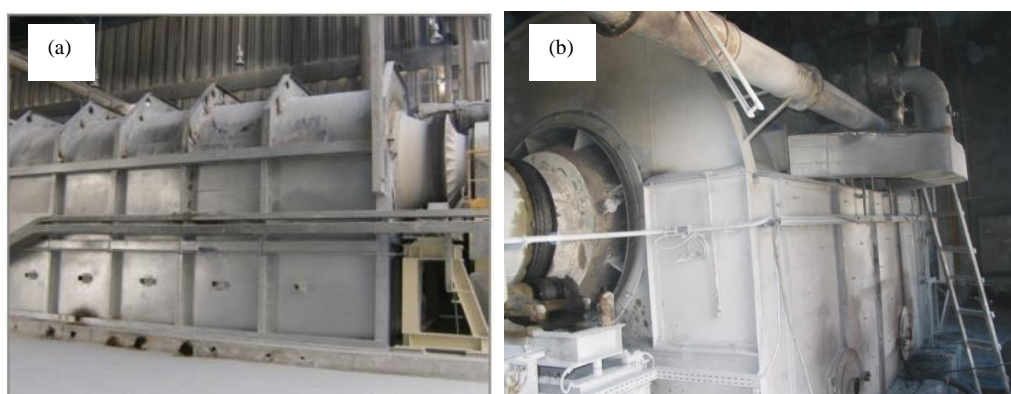


Figura 13 – Calcinador barriga quente / rotativo.

Fonte: (a) PROJETEC (2009); (b) Arquivo pessoal.

Esses fornos do tipo barriga quente são constituídos por um cilindro rotativo horizontal, em aço, no qual a gipsita triturada é alimentada em uma das extremidades,

enquanto na extremidade oposta ocorre a retirada do gesso produzido, conduzido por gravidade e movimento de rotação. O cilindro rotativo é envolto por parede de refratários no formato de caixa retangular, e onde na parte inferior, junto ao solo, encontra-se a fornalha.

Na fornalha dos fornos há a queima de combustível, basicamente a lenha em toras ou picada/pó de serra atualmente. Os gases quentes de combustão seguem um fluxo ascendente, passando externamente pelo cilindro rotativo e seguem em direção à chaminé. Do cilindro também há uma saída de vapor d'água e de finos de gesso, conforme esquema mostrado na Figura 14.

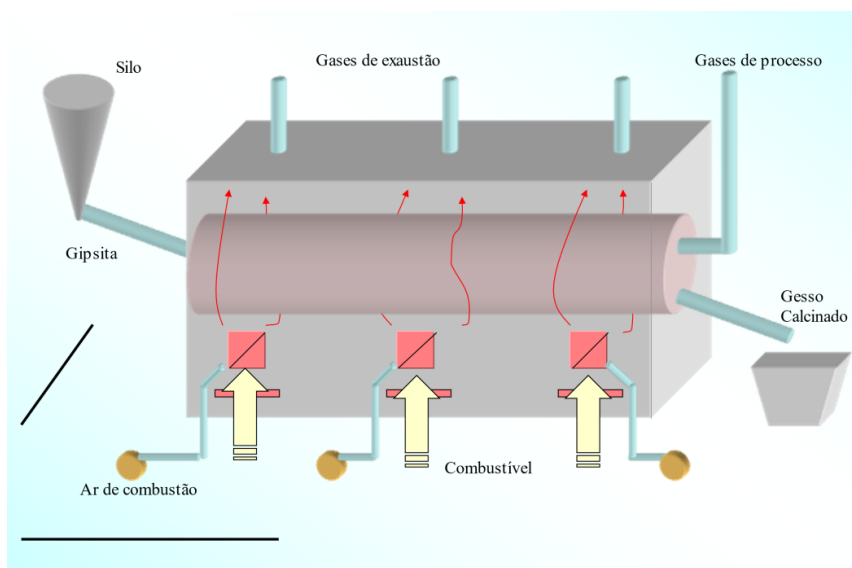


Figura 14 – Esquema estrutural do forno rotativo / barriga quente.
Fonte: Elaboração própria.

Cada batelada de calcinação tem duração entre 60 a 70 minutos, podendo ser controlada automaticamente conforme programação por computador (controle de tempo, temperatura e perda de massa). Em outros equipamentos não automatizados a operação se dá manualmente com base na experiência dos próprios operadores. A capacidade desses calcinadores pode variar entre 3,2 t e 6,0 t de gesso/batelada, enquanto o consumo específico de energia pode oscilar 0,3 a 0,7 metros estéreos (st) de lenha por tonelada de gesso, de acordo com as condições de operação, da queima do combustível e estado geral de manutenção do equipamento. Excepcionalmente há casos com consumo inferior a 0,3 st/t de gesso, onde estão implementadas adaptações para recuperação de calor dos gases quentes de exaustão, controle automático e uso de lenha picada.

Os fornos marmita rotativos possuem eficiência térmica em torno de 45%, valor variável de acordo com o tipo de lenha (se picada ou não), grau de automação, condições e tipo do revestimento térmico, recuperações de calor, rotinas de operação e outros (SINDUSGESSO, 2023).

Os modelos de calcinadores energeticamente mais eficientes e mais produtivos são os fornos cilíndricos rotativos e com operação contínua. Estes calcinadores podem produzir entre 3 a 4 t de gesso/hora, e operar com um consumo específico de energia em torno de 80 kg de biomassa/t de gesso, inferior ao consumo do forno barriga quente.

7. Matriz Energética

O uso de energia térmica é essencial para a fabricação do gesso em pó, já que a reação de transformação é termoquímica. Para cumprir essa função de forma barata e acessível a lenha tem sido empregada, como também o APL já fez uso de óleo combustível e de coque de petróleo no passado, que deixaram de ser usados por razões ambientais e custos.

De outro lado a energia elétrica é usada principalmente no acionamento motriz de equipamentos diversos em todas as etapas do processo fabril.

Portanto, atualmente a energia empregada no polo gesseiro é proveniente basicamente de três fontes: lenha ou biomassas, energia elétrica e energia solar. A lenha e as biomassas na forma de toras e galhos, ou picada, que são empregadas nos calcinadores, e a energia elétrica é fornecida pela empresa concessionária de energia de Pernambuco (Neoenergia) ou, em casos mais recentes, produzida parcialmente nas próprias empresas através de painéis fotovoltaicos.

Com base na produção das empresas calcinadoras, que são aquelas com maior uso de energia, e nos consumos específicos médios indicados na Tabela 6, foi possível estimar o consumo de energia no Polo Gesseiro do Araripe-PE. A lenha alcançou próximo a 2,22 milhões de metros estéreos (st) de lenha por ano ou 475 mil tMS/ano¹, tendo como fontes centrais a lenha nativa, tanto de forma legal (autorizada e/ou de planos de manejo florestal sustentável – PMFS) como ilegal (retirada de modo irregular ou sem autorização dos agentes de meio ambiente); a algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.), as podas de frutíferas diversas, e de plantios de eucalipto (principal espécie – *Eucalyptus* spp.).

Neste montante, a lenha representa 97,7% da matriz energética do APL. A energia elétrica consumida alcança cerca de 59.496 MWh por ano.

¹ Tonelada de material seco.

Tabela 6 – Quadro do consumo anual de energéticos para uma produção de gesso de 4,44 milhões de toneladas/ano (base 2022).

Insumo energético empregado	Consumo específico de energia	Consumo de energia	Consumo energia equivalente (em tep) ²	Particip. (%)	Custo anual aproximado. (mil R\$)
Lenha	0,5 st/t	2.220.000 st	216.783	97,7	126.540,0
Energia elétrica	13,4 kWh/t	59.496 MWh	5.117	2,3	40.457
Total	-	-	221.900	100,0	166.997

- Preços dos energéticos: Lenha: R\$ 57,00/st; Energia elétrica: R\$ 0,68 kWh.

- Pequena parte do consumo da energia elétrica atualmente é suprida por energia solar.

Fonte: Elaboração própria.

A energia solar vem sendo implementada em algumas empresas do Polo desde 2020. Neste caso, naquelas onde foram instalados sistemas fotovoltaicos, essa geração elétrica em média representa cerca 50-60% do consumo mensal das empresas.

O consumo de energia térmica representa cerca de 15% na estrutura de custos das empresas calcinadoras (SEBRAE-PE, 2019), enquanto a energia elétrica se situa próximo de 20%.

O desejo do setor é que a oferta de lenha permaneça constante ou que até aumente nos próximos anos, na medida em que novos planos de manejo da Caatinga possam ser implementados e que se consiga um maior aproveitamento da lenha extraída de grandes obras na região, como da construção da ferrovia Transnordestina. A oferta de lenha de eucalipto também poderá ser ampliada, e ter mais viabilidade no futuro próximo.

7.1. Biomassas energéticas

Conforme mostrado, as biomassas energéticas são atualmente a principal fonte de energia das empresas do APL gesseiro empregadas nas calcinadoras. Em tese, conforme a origem de tais biomassas, tem-se a vantagem de se empregar um energético renovável e sustentável, atendendo questões ambientais e ligadas às mudanças climáticas.

Além da sustentabilidade, que tem a ver com o índice de renovabilidade da espécie vegetal, as biomassas também necessitam ter o viés da legalidade, que está relacionado com as normas nacionais e estaduais que norteiam sua exploração e uso. A Figura 15 resume esses dois conceitos e apresenta exemplos.

² Tonelada equivalente de petróleo.

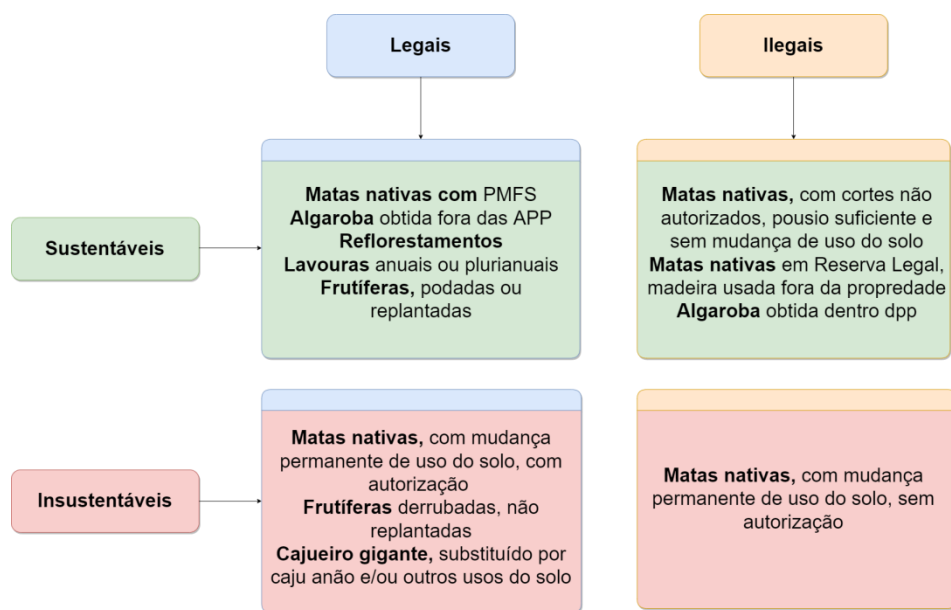


Figura 15 – Questão da sustentabilidade e legalidade por diferentes fontes de biomassa.

Fonte: MMA (2018).

Com base no levantamento e estimativas de Ndagijimana *et al.* (2015) apud MMA (2018), e ilustrado na Gráfico1, de toda lenha usada na região do Araripe, 10% são provenientes de planos de manejo florestal sustentável (PMFS), 5% de plantio de eucalipto (principal espécie – *Eucalyptus* spp.), 20% de podas de frutíferas diversas e algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.), sendo os 65% restantes, portanto, retirados de exploração florestal não autorizada e/ou mudança do uso do solo.

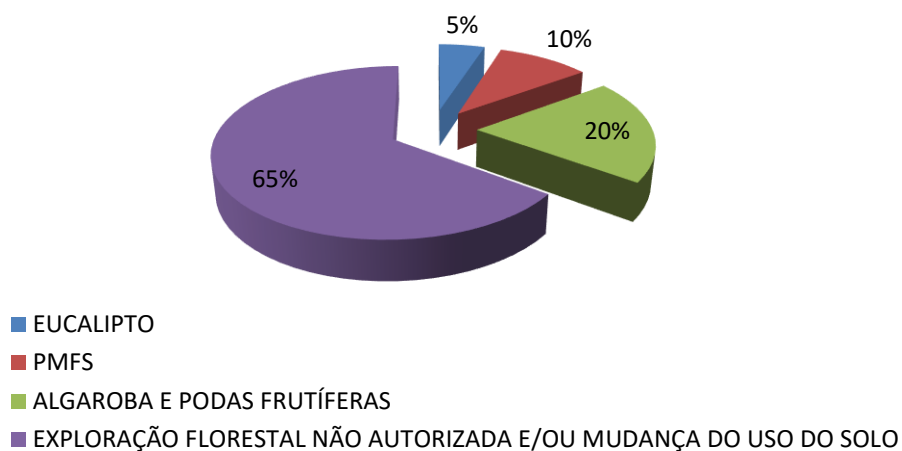


Gráfico 1 – Participação percentual das biomassas energéticas no polo gesseiro.

Fonte: MMA (2018).

7.1.1 Manejo Florestal Sustentável para a oferta de lenha

Por definição, manejo florestal sustentável trata da “administração da floresta para a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo e considerando-se, cumulativa ou alternativamente, a utilização de múltiplas espécies madeireiras, de múltiplos produtos e subprodutos não madeireiros, bem como a utilização de outros bens e serviços de natureza florestal” (BRASIL, 2006).

As atividades exploratórias e intervenções realizadas em área de manejo florestal sustentável são autorizadas após aprovação prévia do documento técnico básico, o Plano de Manejo Florestal Sustentável³ (PMFS), que contém as diretrizes para administração de florestas no país (BRASIL, 2006). Dessa forma, o uso florestal do solo é mantido permanentemente e assim a floresta pode ser cortada novamente depois de certo número de anos, conforme as características da área a ser manejada.

A área a ser manejada é dividida em talhões, onde cada área é explorada anualmente até o ciclo completo de corte, que é o tempo necessário para a recuperação da vegetação⁴. Assim, através dessas medidas, é possível mitigar alguns dos impactos ambientais da atividade extrativista, e garantir mais sustentabilidade no processo.

Na Caatinga, a legislação ambiental estabelece que 20% da área da propriedade sejam destinados para a Reserva Legal e obriga a proteger as Áreas de Preservação Permanente (APP), podendo ambas sofrer manejo sustentável dependendo das características da localidade. O restante da propriedade pode ser utilizado para atividades agrícola, pecuária ou florestal. Assim sendo, somente o manejo florestal sustentável é capaz de conservar o bioma.

A retirada de lenha legal é liberada através do documento “Autex - Autorização de Exploração Florestal”, elaborado no PMFS e expedido pelo IBAMA. Posteriormente há o cadastro no sistema do Documento de Origem Florestal (DOF), que é a licença obrigatória para o transporte de produtos e subprodutos de floresta nativa (GAMA, 2021, p. 1366; IBAMA, 2023).

³PMFS é compreendido como “documento técnico básico que contém as diretrizes e procedimentos para a administração da floresta, visando a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, observada a definição de manejo florestal sustentável previsto no art. 3º, inciso VI, da Lei nº 11.284, de 2 de março de 2006”.

⁴O número de anos pode variar de acordo com as características da vegetação e da região a ser manejada, e geralmente pode ser entre 13 a 16 anos no caso da Caatinga.

No Estado de Pernambuco constam registrados 39 Autex do tipo Exploração em Planos de Manejo cadastrados no sistema DOF, e com liberações feitas em 2022 junto ao IBAMA. Contam com uma área total de apenas 1.400 hectares aproximadamente, sendo disponibilizado para extração um volume autorizado de 23.415 estéreos de lenha. Isso ainda é pouco diante da demanda do APL e de outras atividades industriais (setor têxtil, cerâmica, panificação etc.) no Estado. Já na região do Araripe foram contabilizados 10 empreendimentos oficiais, abrangendo os municípios de Ouricuri, Ipubi, Trindade e Terra Nova, com um plano de manejo em cada, e em Exu, Santa Cruz e Parnamirim, sendo dois em cada (IBAMA, 2022).

Segundo o último levantamento feito em 2018 disponibilizado pelo Centro Nordestino de Informações sobre Plantas da Associação Plantas do Nordeste (CNIP, 2018), o uso da lenha sob tal regime de manejo ainda possui um baixo índice da área de vegetação nativa, contabilizando apenas 0,6% da superfície do bioma Caatinga, incluindo todos os estados da região Nordeste.

Outra questão importante refere-se à redução dos números de planos ativos de 2015 (588) à 2018 (473), assim como da área manejada que acompanhou o movimento decrescente entre os anos citados, com uma diferença de 115 mil hectares, segundo o CNIP (2018). Segundo especialistas do setor, conforme discutido no “Seminário Virtual sobre o Diagnóstico dos Planos de Manejo Florestal Sustentável da Caatinga” em 2023, esse decréscimo tem se dado por baixa atratividade econômica pelo lado dos produtores, falta de mão de obra e de assistência técnica para manutenção, gerando abandono dos planos de manejo mais antigos, e na inexistência de novos pedidos.



Figura 16 – Lenha de manejo florestal da Caatinga.

7.1.2. Algaroba

A algaroba é uma das fontes mais empregadas atualmente devido à sua disponibilidade, proximidade, formato e poder calorífico superior com relação às demais fontes empregadas. Esta é uma espécie exótica originária do Peru e introduzida no semiárido brasileiro em meados do século passado, com a finalidade de produzir principalmente forragem e madeira, estabelecendo-se através de programas oficiais de reflorestamento (FISSET⁵) entre as décadas de 70 e 80 (RIBASKI *et al.*, 2009; MMA, 2018). Esta espécie perpetuada ao longo das décadas, principalmente por dispersão animal, foi difundida em áreas agrícolas abandonadas de várzeas e baixios, onde o subsolo é mais úmido em boa parte do ano, estabelecendo-se por rebrota. Além disso, segundo Pareyn *et al.* (2016), a espécie não compete com espécies nativas originais.



Figura 17 – Lenha de algaroba.

Os algarobais espontâneos formam povoamentos compostos por indivíduos desta espécie, que após a exploração do fuste se regeneram principalmente por rebrota (APNE, 2014), o que o caracteriza como uma biomassa energética sustentável.

7.1.3. Podas Frutíferas Diversas

As podas de frutíferas ganharam notoriedade para produção de biomassa útil em razão de não ter restrição legal para seu uso. As principais podas na região Nordeste advêm dos plantios de abacate, goiaba, laranja, limão, tangerina, manga e uva. Possui índice estimado de 1,8 tMS ha⁻¹ ano⁻¹ de produtividade das áreas plantadas, valor

⁵Fundo de Investimentos Setoriais.

considerado baixo comparado a outras fontes energéticas. A biomassa de poda e substituição de “frutíferas diversas” disponível para energia contabiliza 330 mil tMS ano⁻¹. Em Pernambuco a área de plantio foi 22.423 ha, fornecendo assim aproximadamente 44 mil tMS ano⁻¹ (APNE, 2014; MMA, 2018).

A poda de cajueiro também faz sua contribuição para o setor, apesar de sua estimativa de uso restar ainda poucos anos à frente. Isso porque essa biomassa advém do corte completo das árvores (mortas ou vivas) da espécie caju gigante, que vêm sendo substituída desde o ano 2000 por espécies do cajueiro anão, devido maior produtividade na colheita. Contudo, no quesito geração de biomassa, essa nova espécie tem produção irrelevante (APNE, 2014; MMA, 2018).



Figura 18 – Lenha de cajueiro.

7.1.4. Plantio de Eucalipto

A lenha de plantio para fins comerciais poderia ser preferencialmente de espécies nativas, como por exemplo, a jurema-preta e o sabiá, por serem plantas resistentes às adversidades climáticas da região.

Contudo, o cultivo de eucalipto é mais atrativo devido à sua significativa produção de madeira e seus diversos usos, ao crescimento rápido, ciclos de corte curto, adaptação e potencial econômico. Possui uma média nacional de 41 m³ por hectare em ciclos de corte de aproximadamente sete anos. Isso resulta em custos reduzidos e taxas de retorno de investimento mais elevadas, assegurando a forte competitividade de seus produtos (EMBRAPA, 2019).

O plantio de Eucalipto se destacou no Brasil em 2022 correspondendo a 77,3% do somatório da área de florestas plantadas (silvicultura). Obteve crescimento de aproximadamente 7,3 milhões de hectares, gerando uma produção de lenha expressiva de 45 milhões de m³ produzidas no ano (BRITO, 2023; SIDRA, 2022). Em relação ao estado de Pernambuco constatou-se 1.142 hectares de área plantada, e 1.351 m³ de lenha, sendo na mesorregião do sertão Pernambucano apenas 39 hectares, e 200 m³ de produção de eucalipto (IBGE, 2023). Visto isso, pode-se observar que a produção de eucalipto para abastecer a demanda do setor energético da região é irrelevante.

Por se tratar de uma espécie que exige maior consumo de água devido a sua taxa de crescimento alta (ANDRADE, 2021), há diversos estudos de espécies adaptadas que possam enfrentar períodos de estiagem, como o caso do sertão do Araripe. Exemplo disso é a pesquisa desenvolvida pela Universidade Federal Rural de Pernambuco em 2022, que avalia o desenvolvimento do clone VM-01 (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus camaldulensis*). O trabalho observou resiliência na adaptação desse clone, bem como sua resistência ao déficit hídrico, indicando assim a possibilidade de ser implantado em regiões com condições edafoclimáticas similares (SACRAMENTO, 2022).

7.1.5. Balanço de Oferta e Demanda de Biomassa

A disponibilidade de cada tipo de biomassa é uma questão regional, que pode ser influenciada por muitos fatores, enquanto que o uso de determinada fonte em larga escala se dá pela acessibilidade de forma geral e por seu custo de produção e transporte.

De acordo com o estudo do MMA (2018), abrangendo toda a região Nordeste, mostrado na Tabela 7, há um quadro deficitário de oferta de biomassas energéticas, ou seja, não há oferta de lenha legal suficiente para o atendimento de toda demanda dos segmentos consumidores, incluindo o setor gesseiro e demais atividades industriais, comerciais e uso doméstico.

Tabela 7 – Balanço energético entre a demanda e oferta de lenha da região NE em 2018.

UF	Demanda (10 ⁶ tMS/ano)	Oferta legal (10 ⁶ tMS/ano)	Balanço legal (10 ⁶ tMS/ano)	Relação demanda / oferta legal
PI	0,99	1,17	0,18	0,85
CE	2,20	1,55	-0,65	1,42
RN	0,97	0,46	-0,51	2,11
PB	0,81	0,14	-0,67	5,80
PE	2,34	0,34	-2,00	6,89
AL	0,62	0,11	-0,51	5,67
SE	0,57	0,15	-0,42	3,81
BA	5,92	2,76	-3,16	2,15
Total	14,44	6,68	-7,76	2,16

Fonte: MMA (2018).

No caso de Pernambuco, por exemplo, em 2018 havia um déficit na oferta de lenha de 2 milhões de tMS por ano. Já em relação a Piauí, Ceará e Bahia, que foram os outros estados indicados também como fornecedores de lenha do polo gesseiro do Araripe, o déficit total foi de 3,63 milhões tMS por ano na oferta de lenha. Sendo que dentre eles, somente o estado do Piauí obteve um valor positivo em seu balanço legal, com excedente de 180 mil tMS por ano.

Em suma, se existe um déficit na oferta de lenha energética em toda a região, pode-se inferir que isso se reflita no Polo Gesseiro do Araripe, tese reforçada pela baixíssima quantidade de PMFS atuais, segundo dados do IBAMA (2022). Neste caso, os volumes autorizados dos PMFS (cadastrados no sistema DOF) do estado de Pernambuco em 2022 e seus fornecedores vizinhos, PI, CE e BA somam somente cerca de 276 mil st ano⁻¹ de oferta de lenha licenciadas, contra a demanda indicada anteriormente na Tabela 6.

Nota-se que a exploração da lenha é dada não só pela oferta, mas também pela distância e posteriores custos de transporte e combustível, que irão determinar sua viabilidade econômica. Sendo assim, existe uma distância viável economicamente para suprir o abastecimento de lenha, isto é, não é toda biomassa disponível nos estados que serve para atender o polo. Logo, uma análise mais detalhada com viés econômico da oferta e demanda deve ser conduzida posteriormente no presente projeto.

Conclui-se, portanto, que há um consumo de lenha nativa que vem preenchendo a lacuna existente, suprimida ilegalmente, mesmo que não se saiba exatamente a região onde ela estaria sendo explorada, e nem em que quantidade⁶.

7.2. Combustíveis fósseis (gás natural, coque de petróleo e óleo combustível)

Há cerca de 15 anos, além da lenha, o coque de petróleo e o óleo combustível também eram bastante empregados nas calcinadoras de gesso. No entanto, tais combustíveis fósseis, por causarem poluição ambiental e terem custos mais elevados, deixaram de ser usados.

O gás natural (GN) já foi testado em algumas empresas na região por volta de 2013 (HENRIQUES JR., 2013). Tecnicamente o GN apresentou bons resultados, mas o seu custo mais elevado o tornou inviável economicamente.

Ainda com relação ao gás natural, de acordo com informações da COPERGAS, o tema voltou a ser reestudado. Em dezembro de 2022, o governo de Pernambuco anunciou a construção de um Terminal de Regaseificação de Gás Natural Liquefeito (GNL) no Porto de Suape, afirmando que a construção desse novo terminal possibilitaria que o gás chegasse a mais regiões do Estado, como no Sertão do Araripe (SUAPE, 2022). Durante a 4ª Reunião Setorial do SINDUSGESSO e 8ª Reunião do Conselho Empresarial do Sistema Indústria, em Araripina (em 14/09/2023), foi apresentado pela COPERGAS uma prévia de projeto de chegada na região do gás natural para abastecimento das calcinadoras. O projeto prevê o fornecimento do gás via GNL com a construção de unidades de regaseificação e dutos de distribuição. Ainda de acordo com a empresa, os preços finais praticados seriam iguais aos praticados na capital - Recife, devendo o valor do gás ser competitivo para as empresas. O SINDUSGESSO projeta os seguintes custos, com base nos preços atuais (set/2023) para a produção de gesso, de acordo com o tipo dos energéticos.

⁶O emprego da lenha tem dificuldades provenientes ainda por uma fiscalização e controle deficientes, pela informalidade por parte de pequenos consumidores e fornecedores e também pelo deficiente fomento do estado.

Tabela 8 – Necessidade e custos energéticos para a produção de 1 t de gesso.

ENERGÉTICO	QTDE	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO DE AQUISIÇÃO	CUSTO PARA PRODUZIR 1,0 TON DE GESSO
LENHA (1) Nativa	0,13	TON	R\$240,00	R\$31,20
EUCALIPTO (2)	0,13	TON	R\$330,00	R\$42,90
GÁS NATURAL (Q. Direta)	19,00	M ³	R\$1,61	R\$30,59
GÁS NATURAL (Q. Indireta)	27,00	M ³	R\$1,61	R\$43,47

(1) = O valor da lenha nativa juntamente com o frete varia em razão do teor de umidade, que tem variado entre 30,4% a 50%, a depender do fornecedor.

(2) = O valor do Eucalipto juntamente com o frete varia em razão do teor de umidade, que tem variado em média de 40%, a depender do fornecedor.

Fonte: SINDUSGESSO (2023).

Portanto, diante da limitação de opções muito atraentes, a lenha deverá permanecer nos próximos anos como sendo o principal insumo energético, necessitando de medidas e incentivos para a ampliação de sua oferta.

7.3. Energia elétrica

7.3.1. Uso de Energia Elétrica pelas Empresas Gesseiras

O uso da energia elétrica nas empresas gesseiras varia dependendo do porte e de suas atividades específicas, mas geralmente envolve várias etapas do processo de produção, bem como a operação de equipamentos e instalações. Abaixo estão alguns dos principais usos da energia elétrica nos processos produtivos.

- Mineradoras: em empresas envolvidas com a extração de gesso a partir de minas ou pedreiras, onde é necessário o uso de equipamentos elétricos, como britadeiras, guindastes e transportadores de correia.



Figura 19 – Vista da atividade de mineração da gipsita.

Fonte: SINDUSGESSO (2023).

- Calcinadoras: nesta atividade a energia elétrica é frequentemente usada em equipamentos como trituradoras para transformar a gipsita em pó, no acionamento motriz de fornos rotativos, moinhos, peneiras vibratórias, dentre outros (associados a motores de indução trifásicos).



Figura 20 – Etapas do processo em uma calcinadora.

- Produção de Artefatos: empregam motores elétricos de indução de pequeno porte basicamente e em bombeamento, misturas e moldagem de placas, como no caso da produção contínua no equipamento “Carrossel”.



Figura 21 – Produção de Artefatos - Placas de Gesso em Carrossel.

Outros pontos de uso da energia elétrica são:

Armazenamento e transporte: A energia elétrica também é usada para operar sistemas de transporte automatizados, esteiras rolantes, elevadores e empilhadeiras elétricas para mover produtos de gesso dentro das fábricas e para armazenamentos.

Iluminação e climatização: Como em qualquer empresa, há também um uso de energia elétrica para iluminação das instalações, climatização e outros itens de escritórios. Mas esse consumo é pouco significativo quando comparado com o uso desta energia pela força motriz instalada.

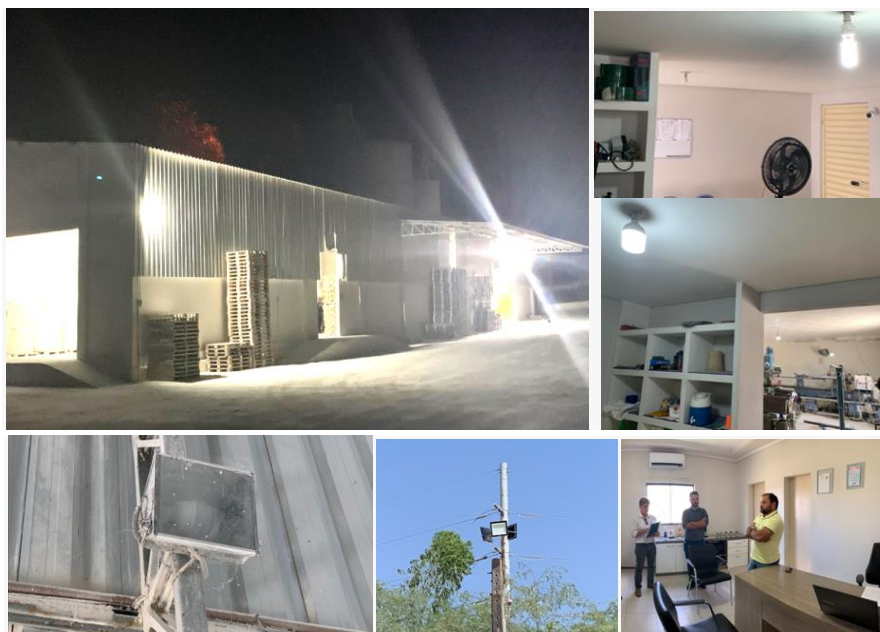


Figura 22 – Outros usos de energia elétrica nas empresas.

7.3.2. Detalhamento do Uso de Energia Elétrica

A energia elétrica está presente em toda cadeia produtiva, desde a etapa de mineração da gipsita, passando pela calcinação e finalizando na produção de artefatos de gesso, e utilizada em cerca de 98% para acionamento de motores elétricos trifásicos de indução de potências diversos equipamentos mecânicos, segundo estimativas próprias.

As faixas de potência dos motores elétricos principais, de acordo com a atividade fabril, são mostradas na Tabela 9.

Tabela 9 – Potências típicas dos equipamentos na cadeia produtiva do gesso.

Potência dos Motores Associados a cada Segmento do Polo Gesseiro da Araripe					
Mineração		Calcinação		Produção de Artefatos	
Máquinas Elétricas	20 a 600 cv	Britador de Mandíbula	50 a 100 cv	Alimentador	7,5 a 10 cv
		Rebritador	25 a 50 cv	Esteiras	3 a 5 cv
		Forno Rotativo	7,5 a 15 cv	Bomba d'água	1,5 a 3 cv
		Moinhos	30 a 50 cv	Misturador	7,5 a 10 cv
		Esteiras	3 a 5 cv	Carrosel	3 a 5 cv

Fonte: Elaboração própria.

Considerando a grande quantidade de força motriz requerida pelas empresas gesseiras, se torna necessário a utilização de dispositivos de partida, uma técnica usada para iniciar motores elétricos gradualmente em vez de ligá-los abruptamente, como ocorre em uma partida direta.

Esse método é empregado para reduzir picos de corrente, minimizar o desgaste do motor e os impactos mecânicos associados ao arranque brusco, além de melhorar a

eficiência energética e aumentar a vida útil do equipamento. Existem várias maneiras de implementar a partida suave em motores elétricos, e uma das abordagens mais comuns envolve o uso de dispositivos eletrônicos específicos chamados de "*soft starters*" (iniciadores suaves) ou "partidores eletrônicos" e também o uso de inversores de frequência, dispositivos eletrônicos que controlam a velocidade, a direção e outras características de operação de um motor elétrico, variando a frequência e a tensão da alimentação elétrica fornecida ao motor.

Os motores de 5cv ou abaixo encontrados nas empresas gessseiras do Polo do Araripe, geralmente são acionados por partida direta quando não necessitam de controle de velocidade. Já os de 7,5 cv ou acima, possuem dispositivos "*soft start*" (partida suave) ou a utilização de inversores de frequência.

Os motores onde os inversores podem ser úteis para maior eficiência do processo são:

- Carrossel (motores de 5 a 7,5cv)
- Ensacadeiras (motores de 1 a 5cv)
- Rosca dos Moinhos (motores de 40cv)
- Esteiras de Britagem (motores de 3 a 5cv)

A Figura 23 apresenta um exemplo de planta básica de uma indústria calcinadora de gesso com suas etapas e potências motrizes associadas.

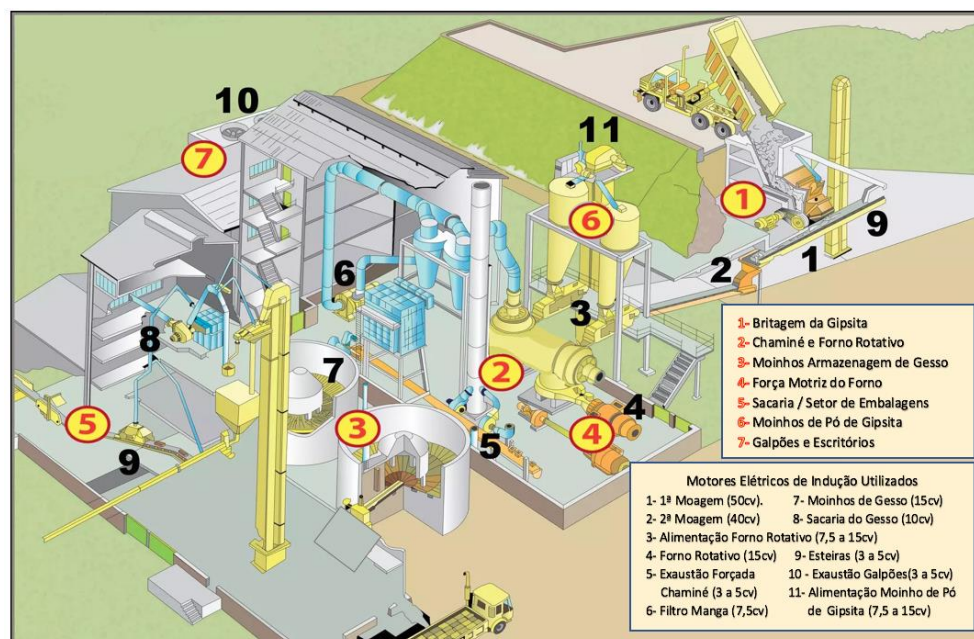


Figura 23 – Processo fabril de uma calcinadora apresentando etapas e principais motores elétricos.

Fonte: Adaptado de PROJETEC (2009).

7.3.3. Fornecimento e Consumo de Energia Elétrica

A energia elétrica das empresas do Polo Gesso do Araripe é fornecida pela companhia Neoenergia Pernambuco, antiga CELPE. O fornecimento se dá em alta-tensão com as empresas possuindo suas próprias subestações para o rebaixamento para a tensão de operação. As subestações são do tipo simplificado em postes dentro do limite estabelecido para esta modalidade de 75 a 300 kVA. Em alguns casos existem algumas empresas pequenas de produção de artefatos de gesso supridas na modalidade baixa tensão - Grupo B, sendo oneradas apenas pela energia consumida (kWh). Já as demais, abastecidas em alta-tensão, estão enquadradas na modalidade tarifária horária verde. Nesta modalidade, as empresas possuem um valor de demanda contratada (kW), e duas modalidades de consumo (kWh), sendo estes classificados em consumo de ponta no período de 17h30min às 20h30min, diariamente, exceto finais de semana e feriados, e consumo fora de ponta para os demais dias e horários.

As empresas do Polo Gesso do Araripe possuem perfis característicos em suas instalações com um consumo oscilando entre: 33.000 a 40.000 kWh/mês nas mineradoras, 25.000 a 35.000 kWh/mês nas calcinadoras e 6.000 a 8.000 kwh/mês nas produtoras de artefatos de gesso. Os contratos de demanda se situam na faixa de 100 a 200 kW.

A Tabela 10 apresenta os dados médios de faturamento, produção, consumo de energia elétrica e seus gastos associados referente às empresas do Polo do Araripe.

Tabela 10 – Dados médios do consumo e gastos com energia elétrica associados à produção por empresa.

Empresas	Produção Média Mil toneladas/mês	Consumo Específico Médio kWh/t	Consumo Médio Mensal kWh	Consumo Médio Diário em kWh	Tarifa média R\$/kWh	Gasto Mensal com Energia Elétrica R\$
Micro	0,15	9	1.350	67,5	0,68	918,00
Pequenas	1,20	12	14.400	720		9.792,00
Pequeno-Médio	1,60	13	20.800	1040		14.144,00
Médio-Grande	2,80	17	47.600	2380		32.368,00
Médias	1,70	13,43	23.941	1197	0,68	16.280,17

Fonte: Elaboração própria.

7.4. Energia Solar

O estado de Pernambuco, e em especial a região do semiárido, se destaca pelo seu potencial solarimétrico, conforme ilustrado na Figura 24.

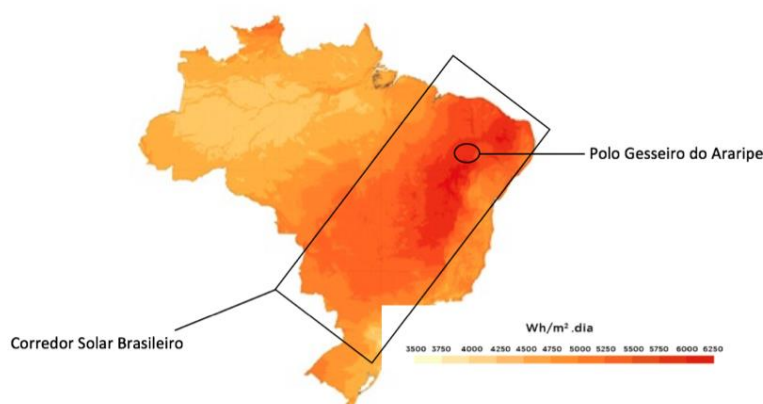


Figura 24 – Maiores insolações para geração de energia solar fotovoltaica.

Fonte: INPE/MCTI (2017).

Exemplo desse potencial reflete nos investimentos de cerca de R\$ 3,5 bilhões no estado, onde está instalado um dos maiores complexos solares fotovoltaicos do país, localizado em São José do Belmonte, a 500 km de Recife, compreendendo 7 usinas, capazes de gerar 1.100 MW de energia.

As usinas solares têm desempenhado um papel fundamental no fomento da micro geração distribuída de energia (com capacidade de até 75 kW) no país. Essa modalidade registrou um crescimento expressivo de 264%, impulsionado pela geração centralizada. A energia solar já é a segunda maior fonte de energia do Brasil. A potência total instalada de energia solar passou de pouco menos 1.200 megawatts em 2017; dobrou no ano seguinte; e praticamente manteve o ritmo de crescimento a cada ano desde então. Em apenas 6 meses de 2023, a potência instalada já é 26% maior que em 2022, segundo a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR, 2023).

A adoção de plantas de geração de energia elétrica solar fotovoltaica vem se tornando uma realidade para o setor industrial sob o impulso da maturação tecnológica, aumento da produção e da redução dos custos dos equipamentos. A implantação da Resolução Normativa nº 482/2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que regulamenta a injeção da energia gerada na rede e o estabelecimento de regras para a compensação desta energia entre o consumidor e a concessionária, também contribui sobremaneira no incremento de instalações de energia solar fotovoltaica. Tal fato é

percebido pela quantidade de empresas especializadas neste ramo, oferecendo seus serviços de instalação dos sistemas, dando o suporte na elaboração dos projetos e nos trâmites junto às concessionárias de energia.

7.4.1. Sistemas Fotovoltaicos Instalados nas Empresas do Polo Gesseiro

A instalação destes sistemas nas empresas gesseiras do polo se iniciou há cerca de três anos em empresas calcinadoras da região. Essas tinham contratos de fornecimento de energia elétrica em alta tensão com a concessionária distribuidora local deste insumo, como também possuíam área suficiente para a instalação de um sistema solar que atendesse cerca da metade do consumo necessário exigido pela indústria.

Os sistemas solares foram projetados para atendimento de 50 a 60% da energia consumida total (kWh) dessas empresas, que gira em torno de 20.000 a 40.000 kWh/mês, mantendo-se o contrato de demanda (kW) junto à concessionária e os demais custos relativos à utilização do sistema. O parque solar instalado por essas indústrias contou com algo em torno de 400 placas solares, equivalente a 800 m² aproximadamente.

Estas unidades foram instaladas em áreas baixas, ou seja, sem o aproveitamento de telhados. Tal fato favorece a manutenção e a limpeza das placas, já que a atividade industrial gera um alto índice de poeira, que é indesejável numa instalação solar.

Os sistemas já instalados possuem potências variando entre 100 e 140 (kWp), com cerca de 400 placas mono faciais de 330 e 340 W instaladas⁷. As capacidades médias de geração de energia situam-se entre 10.000 a 25.000 kWh/mês, suprimindo algo perto da metade da energia consumida pelas empresas. A Figura 25 mostra uma instalação recente em empresa calcinadora com produção mensal de 2,2 toneladas por mês de gesso.

⁷Algumas instalações empregam micro inversores de 1,2 kW para cada conjunto de quatro placas solares. Porém, se encontram instalações com apenas um inversor em torno de 300 kW ou comum conjunto de poucos ligados em paralelo alcançando a mesma potência.



Figura 25 – Sistema solar da empresa Gesso Aliança em Trindade – PE.

7.4.2. Investimentos e Financiamentos Disponíveis

Os investimentos realizados em 2020/2021 situaram-se na faixa entre 400 mil e 600 mil de reais em média por empresa, de acordo com informações repassadas pelas empresas locais, e foram efetivados na época tanto com recursos próprios quanto também com financiamentos pelas linhas de crédito disponíveis e programas de governo vigentes, conforme a seguir.

- PE Solar - iniciativa do governo de Pernambuco que visa facilitar a contratação de empresas fornecedoras de energia solar credenciadas, oferecendo incentivos fiscais à adoção de energias renováveis no estado. O financiamento do projeto pode ser realizado por meio de linhas de crédito convencionais ou recursos próprios, com agentes financeiros públicos ou privados. A empresa credenciada, em parceria com a Neoenergia Pernambuco, solicita a autorização para incluir as parcelas do financiamento na fatura de energia e conclui a instalação do sistema fotovoltaico.
- FNE SOL - linha de crédito do Banco do Nordeste (BNB), que já investiu mais de R\$ 30 bilhões em projetos de energia renovável nos últimos cinco anos, e

estabeleceu um investimento projetado de R\$ 10 bilhões para 2023. Através do BNB, empresas e podem financiar sistemas de micro e minigeração de energia solar fotovoltaica, dentre outras, com prazos de pagamento de até 12 anos.

Outra opção de financiamento se dá através de empréstimos bancários convencionais, com taxas de juros variando de acordo com cada instituição financeira. A maioria das empresas instaladoras e fornecedoras de equipamentos de energia solar fotovoltaica também oferece opções de financiamento próprio ou facilitam a obtenção de financiamentos ou empréstimos junto aos bancos e financeiras.

Outra forma que é ofertada é o *leasing*, ou arrendamento. Nesse modelo, a empresa de energia solar instala o sistema e cobra uma taxa mensal pelo uso do equipamento. Ao final do contrato, o cliente pode optar por renovar o arrendamento, adquirir o sistema ou devolvê-lo.

7.4.3. Benefícios e Incertezas

Uma avaliação qualitativa mostra que as empresas que já possuem o sistema solar instalado estão plenamente satisfeitas com os resultados obtidos e recomendariam a sua implementação. Relatam um bom funcionamento do sistema, e que estão auferindo os devidos descontos em suas faturas referentes à energia gerada na planta solar.

Mas ainda há um amplo espaço para o avanço desta tecnologia, tendo em vista se tratar de uma novidade no setor gesseiro e por existirem algumas dificuldades e incertezas, tais como:

- Dificuldade de acesso às linhas de crédito por conta de documentações e garantias exigidas pelos bancos;
- Incerteza na priorização de investimentos internos e do comportamento do mercado.
- Dúvidas com respeito ao porte da instalação e ao dimensionamento do sistema e sobre as tratativas com a concessionária de energia, tendo em vista que a empresa precisa manter algumas condições contratuais em vigor.
- Nova legislação sobre o mercado livre de energia que será implementada em 2024. Pela regulação atual, todos os consumidores em alta tensão, acima de 2,3 quilovolts (kV), poderão contratar energia no mercado livre a partir de janeiro de

2024. Isso significa que vão poder adquirir energia elétrica de um comercializador gerador hidráulico, eólico, solar, dentre outros a preços negociados.

- Solução do problema de limpeza das placas pelo acúmulo de gesso e poeira nas placas, o que diminui significativamente seus rendimentos.

Porém, devido à alta incidência solar, os painéis solares instalados na região do Araripe garantem uma eficiência elevada e uma vida útil duradoura. Apesar do custo inicial relativamente alto, a geração de energia elétrica por essas placas solares resulta numa significativa redução na conta de energia elétrica. Além disso, o retorno sobre o investimento pode ser obtido em um período que varia de 3 a 8 anos, enquanto a vida útil do sistema pode chegar a 30 anos.

Em resumo, a energia solar se mostra como uma boa alternativa para as empresas gesseiras, proporcionando economia, maior produtividade e sustentabilidade. Contudo, é importante proceder avaliações técnicas e econômico-financeiras para cada empresa, determinando o dimensionamento adequado do sistema solar para atendimento às necessidades energéticas de cada empresa.

A Tabela 11 apresenta dados estimados do potencial de utilização da energia solar de acordo com o porte das empresas do Polo Gesseiro.

Tabela 11 – Estimativa de sistemas solares fotovoltaicos para as demais empresas do polo.

Empresas	Estimativa de Sistemas Solares Fotovoltaicos			
	Micro	Pequenas	Pequenas - Médias	Médias - Grandes
Produção Média Mil Toneladas/Mês	0,15	1,20	1,60	2,80
Consumo Específico kWh/t	9	12	13	17
Consumo Médio Mensal kWh	1.350	14.400	20.800	47.600
Consumo Diário em kWh	45	480	693	1.587
HSP (Horas de Sol Pleno)	5,54			
Eficiência da Placa	75%			
Potência Necessária kW	11	116	167	382
Placa Utilizada WP	330 ou 340			
Quantidade de Placas	33	345	499	1.140
Área Necessária em m2	70	725	1.048	2.394
Potência INV kW	13	139	201	458
Micro INV Utilizado kW	1,2	1,2	1,2	1,2
Número de sistemas	8	95	140	320
Média de Placas por Sistema	4 a 6	4 a 6	4 a 6	4 a 6

Fonte: Elaboração própria.

8. Atores e Capacidade Institucional

No Polo Gesseiro do Araripe está configurado um Arranjo Produtivo Local – APL com o objetivo de aumentar a participação das empresas da região no mercado nacional e internacional, promovendo melhoria da qualidade do produto e aumento da produtividade de forma organizada e sustentável. O APL está constituído de uma rede com a participação do SEBRAE-PE, SENAI-PE, associações locais, universidades, institutos de pesquisa, bancos e outros agentes.

As ações de tais atores compreendem capacitações nas áreas de gestão em finanças, recursos humanos, produção e processos, mercado, qualidade, planejamento, liderança e empreendedorismo, como também existem iniciativas através de cursos técnicos, educação à distância, consultorias, encontros de negócios, feiras/exposições (EXPOGESSO por exemplo) e várias outras atividades.

Na região as empresas são representadas pelo SINDUSGESSO, que conta com 72 associados, havendo uma boa articulação interna e junto a entidades externas, onde os temas ligados à construção civil são tratados, como no caso do SINDUSCON, Secretaria de Desenvolvimento Econômico de Pernambuco, FIEPE, dentre outras.

A atividade do Polo exige uma articulação permanente e intensa com o órgão ambiental em Pernambuco, o CPRH, para tratar de licenças ambientais, além do IBAMA-PE para as questões ligadas à lenha, e a ANM, no caso da lavra de gipsita.

Anualmente acontece a exposição EXPOGESSO, onde vários produtores e fornecedores estão presentes, atraídos por inovações, tecnologias, novos produtores e serviços. Neste caso, os fabricantes de placas e de blocos têm inovado e já oferecem inovações tais como placas removíveis, placas resistentes à umidade, resistentes ao fogo, com fibra, coloridas e outras. Até no transporte tem acontecido inovações, a exemplo do fornecimento de placas embaladas em material plástico e acomodadas em *pallets*, modelo que reduz bastante as perdas por quebras.

9. Principais Oportunidades para Maior Produtividade e Economia

9.1. Eficiência Energética

Nas calcinadoras concentram-se as principais oportunidades de intervenção para redução do uso de energia. Há um conjunto de equipamentos acionados por motores elétricos (tremonha, britadores, moinhos, esteiras, elevador/alimentador e ensacadeiras) e também os fornos de calcinação, onde se pode atuar e implementar medidas de eficiência energética.

Estima-se que estejam em operação cerca de 130 fornos do tipo barriga quente (SEBRAE-PE, 2019), onde é possível ter intervenções para uma economia de energia, tais como: recuperação de calor, controle automático e monitoramento, melhoria da isolamento térmica e uso de lenha picada.

- Recuperação de calor: pode ser realizada na zona de saída dos gases de exaustão nos fornos, usando o calor disponível para pré-aquecer o ar de combustão. Pode proporcionar 5% de economia de energia.
- Sistemas de monitoramento da calcinação – auxiliam sobremaneira a produção, garantindo um melhor acompanhamento do tempo de calcinação da gipsita e das temperaturas do processo. Com isso, é possível economizar 3% de combustível, por não se trabalhar com uma alimentação de energia acima da quantidade necessária, além de garantir uma melhor qualidade do produto final.
- Isolação térmica – possibilita a redução em 5% das perdas de calor no forno por meio da instalação de refratários de melhor qualidade ou do uso de fibra cerâmica.
- Emprego de lenha picada – este tipo de lenha pode melhorar a combustão, deixando-a mais homogênea e seca. Permite uma economia entre 15 e 20%.
- Implementação de fornos rotativos horizontais, contínuos com chama direta.

9.2. Aumento de produtividade e redução de custos

- Emprego de sistema do tipo “carrossel” automatizado para a fabricação de placas.
- Reciclagem de gesso para a produção de blocos.
- Ampliação do plantio de espécies de eucalipto aptas ao clima da região do Araripe e dos PMFS.
- Intensificação da geração de energia elétrica via painéis solares.

9.3. Desenvolvimento de Novas Pesquisas Geológicas para Atualização e Expansão das Reservas de Gipsita

O setor gesseiro no Araripe vinha se preocupando com o tamanho das reservas por volta de 2012, apontadas como conhecidas e exploráveis (BEZERRA, 2009; BRASIL, 2012; DNPM, 2009). O ritmo acelerado de exploração da gipsita indicava um prazo relativamente curto para que estas reservas se esgotassem (20 anos). Além desse aspecto, há também uma preocupação constante porque grande parte das jazidas de gipsita se encontra em áreas de interesse arqueológico, reforçando a proposta de condução de novas pesquisas geológicas e o planejamento mais consistente e de prazo mais dilatado.

9.4. Capacitação em Gestão Empresarial e Formação de Mão de Obra

Há uma carência de formação em gestão empresarial para os proprietários das empresas e seus gerentes. Embora existam várias iniciativas do SEBRAE-PE e do SENAI-PE, segundo o SINDUSGESSO, ainda há espaço bastante grande para ampliação das capacitações, principalmente em um cenário de crescimento do setor.

Há também um déficit na formação básica dos empregados e alguma carência de técnicos especialistas, embora se acredite que os treinamentos ofertados pelo SENAI-PE possam cumprir esse papel.

9.5. Assistência Técnica para a Melhoria da Qualidade dos Produtos

Ao mesmo tempo em que novos produtos, tais como placas de gesso com propriedades específicas, com acabamentos, texturas diferenciadas e com novas cores, vêm sendo introduzidos no mercado, placas tradicionais de gesso de alguns produtores ainda apresentam qualidade inferior por preparo e calcinação mal conduzidos. Na região, o SENAI-PE e a FIEPE estão plenamente capacitados para desenvolver um trabalho de melhoria da qualidade.

9.6. Regularização Ambiental dos Empreendimentos

Toda atividade de produção de gesso tem algum tipo de impacto ambiental sendo, portanto, controlada pelos órgãos competentes. Já na lavra da gipsita pode ocorrer: contaminação da água com partículas finas de minério e óleo de máquinas, emissão de gases de combustão, ruído em excesso e poeira. Todos esses aspectos devem ser minimizados e atender a legislação ambiental regulamentada pelo CPRH.

Nas calcinadoras pode-se dizer que são dois os problemas principais em relação à regularização ambiental: a poluição atmosférica e o uso da lenha. A poluição atmosférica é proveniente da emissão de poeira do processamento da gipsita e dos finos do próprio gesso, e ainda da fuligem produzida pela queima de lenha.

Quando do pedido de licenças, todas as calcinadoras, na fase de instalação, devem apresentar projeto de equipamentos para o controle das emissões, e na fase de operação, devem apresentar o alvará de lavra expedido pelo ANM para o uso da gipsita, e documentos que comprovem a legalidade de retirada e transporte da lenha.

A questão das emissões atmosféricas vem sendo combatida cada vez mais pelo CPRH. Estas emissões são regulamentadas pelo PRONAR – Programa Nacional de Controle da Poluição – do CONAMA, de acordo com a Resolução CONAMA nº 436 de 22 de dezembro de 2011, que estabelece os limites máximos de emissões de poluentes

atmosféricos para fontes fixas. Por parte das empresas há certa dificuldade atualmente com relação ao atendimento de alguns requisitos relativos ao controle de material particulado, mas que não chega a ser um grande obstáculo. No caso de empresas onde o nível de emissões esteja acima do previsto na Resolução CONAMA, é obrigatória a instalação de filtros, coletores ou ainda o aumento da altura de chaminés.

Por fim, conclui-se que os aspectos ambientais não devam ser um impedimento sério para que as empresas se regularizem, mas também precisarão de aporte financeiro para adequação ambiental, em particular com relação à instalação de equipamentos de controle e redução das emissões atmosféricas e, da mesma o tema da ampliação da oferta de lenha de planos de manejo da caatinga e de plantios.

10. Gargalos Existentes

Segundo um levantamento realizado pela FIEPE (2023) existe diversos fatores que os empresários do Polo Gesseiro do Araripe relatam como sendo prejudiciais aos seus negócios. Dentre os principais problemas existentes destacam-se: a competição desleal, onde as empresas locais são afetadas pelo alto índice de trabalho informal e contrabando na região, a elevada carga tributária e a falta ou custo da matéria-prima, dentre outros (FIEPE, 2023).

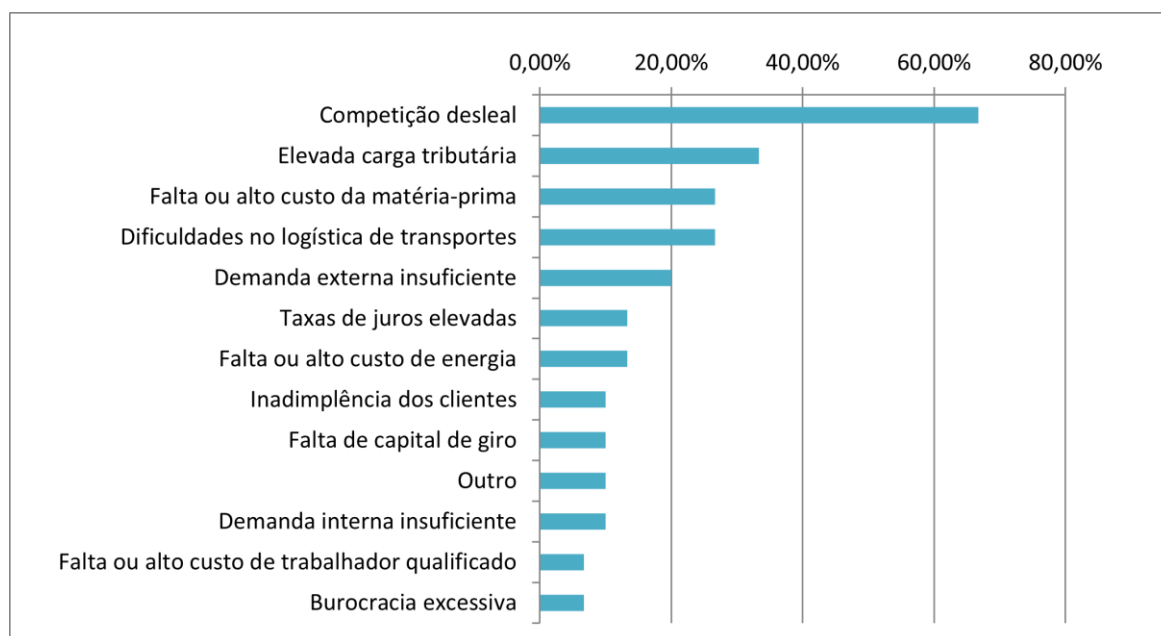


Gráfico 2 – Índices de respostas sobre os principais problemas enfrentados pelas indústrias do Sertão do Araripe.
Fonte: FIEPE (2023).

Outro problema existente na região do Polo Gesseiro é a concorrência predatória, que caminha junto com a informalidade⁸. Algumas empresas deixam de cumprir com suas obrigações legais em termos de encargos, tributos e declaração real da produção, dentre outros, e praticam preços inferiores aos daquelas empresas que atuam dentro da legislação vigente.

Essa informalidade, entretanto, prejudica a obtenção de alguns documentos necessários para o acesso às linhas de crédito de bancos estatais, como também acaba por ocultar a real capacidade e dimensão do polo produtor, reduzindo sua importância e a atenção junto aos tomadores de decisão e na esfera política.

Além dos temas citados, persistem alguns pontos ligados à energia e tecnologias que, se bem trabalhados, podem trazer um ajuda importante para as questões financeiras e econômicas de um modo geral.

11. Comentários Finais

O Polo produtor de gesso no Araripe constitui sem dúvida uma atividade muito importante para a economia regional, haja vista a receita produzida estimada em R\$ 420 milhões por ano e o número de empregos gerados, cerca de 20 mil.

O setor apresentou um forte crescimento até 2021 durante a pandemia do COVID-19, mas que arrefeceu nos últimos meses. De qualquer forma, o polo produtor vem buscando uma modernização e melhoria tecnológica nos seus processos, movimento impulsionado pela competição entre empresas do próprio setor e também com outros produtos da construção civil, tais como os blocos de cimento, cerâmica, madeira, materiais plásticos e o gesso sintético.

A modernização, já em curso há muitos anos, é marcada pela eliminação completa dos fornos do tipo “panela”, de baixa eficiência energética, empregados amplamente num passado não muito distante. Gradativamente as melhorias de processos vêm chegando também à parte de fabricação de placas e blocos, onde também é notada a introdução de novos equipamentos e produtos.

O processo de modernização, entretanto, é dinâmico e muitas possibilidades de otimização das empresas ainda estão presentes, em particular com relação à implementação de tecnologias de maior eficiência energética, compreendendo a reforma

⁸A informalidade refere-se à sonegação fiscal, tributária, registro de empregados etc. Portanto, mesmo uma empresa com registro formal e com documentação em dia pode existir problemas com respeito à chamada “informalidade”.

de fornos mais antigos, a introdução de fornos rotativos do tipo contínuos, a implantação de sistemas de controle automático de fornos, a recuperação de calor, o emprego de lenha picada, dentre outras possibilidades.

A questão da energia, portanto, continua despertando muitas preocupações. O energético principal empregado nas calcinadoras, a lenha, tem ainda uma parcela importante proveniente de desmatamentos, que precisa ser eliminada. Além disso, a estrutura de fornecimento de lenha legal, proveniente de empreendimentos de manejo florestal, poda de cajueiro, de plantios e da extração da algaroba, é bastante precária e com pouca garantia de atendimento. Enquanto isso, o gás natural voltou a ser cogitado por iniciativa do Governo do Estado de Pernambuco e da COPERGÁS, podendo se reverter numa alternativa interessante a médio prazo, desde que preços competitivos possam ser praticados.

O manejo florestal tem um potencial expressivo para ser expandido e se mostra como a principal alternativa para atendimento ao Polo Gesseiro, ao lado do plantio de espécies adaptadas ao clima do Semiárido. O incentivo a essas duas alternativas poderia contribuir sobremaneira para a preservação da vegetação nativa da Caatinga.

De outro lado, num movimento recente, a geração de energia elétrica via painéis fotovoltaicos está se expandindo, trazendo bons retornos financeiros para as empresas.

O financiamento para o setor, portanto, deve privilegiar a modernização do parque produtivo, incorporando tecnologias de maior eficiência energética, para a geração própria de energia solar, e para empreendimentos visando a ampliação da oferta de biomassa renovável. Todos esses contribuem para a redução de custos nas empresas, maior produtividade e sustentabilidade. Esse conjunto não exclui a atenção exigida para às questões relacionadas à melhoria da qualidade dos produtos e no sentido de se cuidar do meio ambiente.

Referências Bibliográficas

ABSOLAR – Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica, 2023. Disponível em: <<https://www.absolar.org.br/noticias/>>. Acesso em 11 out. 2023.

ANDRADE, Guilherme de Castro. Embrapa Florestas. Aspectos Ambientais da Pré-Produção de Eucalipto: **Água**, 20 Dez. 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/eucalipto/pre-producao/aspectos-ambientais/agua>>. Acesso em: 30 set. 2023.

ANGELOTTI, Francislene *et al.*, 2021. **Agricultura sustentável como medida de adaptação para o Polo Gesseiro do Araripe**. In: SABOURIN, Eric *et al.* A ação pública de adaptação da agricultura à mudança climática no Nordeste semiárido brasileiro. 1. Ed. Rio de Janeiro: E-papers, 2021. 282 p. cap. 4, p. 65-80.

ANM – Agência Nacional de Mineração, 2018. **Sumário Mineral Brasileiro 2018**. Disponível em: <<https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral/sumario-mineral-brasileiro-2018>>. Acesso em: 09 out. 2023.

APNE/INT, 2014. **Oferta de biomassa renovável para os Polos cerâmicos do Nordeste do Brasil**. Estudo de Quadro da Oferta de Biomassa Combustível para a Indústria de Cerâmica na Região Nordeste. Relatório Final – Biomassa para cerâmicas do NE. Recife, PE. 36p.

APNE – Associação Plantas do Nordeste, 2023. **O Manejo Florestal da Caatinga para o Combate à Desertificação**. Seminário Virtual sobre o Diagnóstico dos Planos de Manejo Florestal Sustentável da Caatinga. Projeto de Cooperação Internacional REDESER.

BEZERRA, M.S., 2009. Relatório Técnico n. 34 – Perfil da Gipsita – Projeto Estatal, Ministério de Minas e Energia – MME / Banco Mundial.

BRASIL. *Decreto nº 5.975 de 30 Novembro de 2006*. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/decreto/d5975.htm>. Acesso: 25 jul. 2023.

BRASIL. *Lei nº. 11.284 de 02 de março de 2006*, que dispõe sobre a Gestão de Florestas Públicas para a Produção Sustentada. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11284.htm>. Acesso: 25 jul. 2023.

BRITTO, Vinícius. **Valor de produção da silvicultura e da extração vegetal cresce 11,9% e atinge recorde de R\$ 33,7 bilhões**. Agência de Notícias IBGE, 27 set. 2023.

Estatísticas Econômicas. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/37963-valor-de-producao-da-silvicultura-e-da-extracao-vegetal-cresce-11-9-e-atinge-recorde-de-r-33-7-bilhoes>>. Acesso em: 28 set. 2023.

CEPIS – Centro de Produção Industrial Sustentável, 2016. **Relatório da Assistência Técnica:** Empresa Gesso Aliança Trindade/PE. Projeto Eficiência Energética e Produção Mais Limpa da Cadeia Produtiva do Gesso. Fundação Araripe/Fundação PaqTcPB, Campina Grande/PB.

CNIP, 2018. Centro Nordestino de Informações Sobre Plantas. **Plano de Manejo Florestal Sustentado da Caatinga**, Banco de Dados 2018. Disponível em: <http://www.cnip.org.br/planos_manejo.html>. Acesso: 28 ago. 2023.

DNPM, 2009. Anuário Mineral Brasileiro – AMB. DIDEM – Departamento Nacional de Pesquisa Mineral

EMBRAPA, 2019. Transferência de tecnologia florestal: **Perguntas e Respostas sobre Eucalipto**, Dez. 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/florestas/transferencia-de-tecnologia/eucalipto/perguntas-e-respostas>>. Acesso em: 30 set. 2023.

ERBS, Alexandre. *Desenvolvimento de chapas de gesso acartonado exclusivamente a partir de seus resíduos*. Curitiba, 2020. 186 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

FIEPE, 2023. Panorama Industrial do Sertão do Araripe. 2: 5 p. Disponível em: <<http://fiepe.org.br/para-seu-negocio/pesquisas-economicas/>>. Acesso em: 09 out. 2023.

FRANÇA, Ulysses Eugênio Duarte de. *Simulação do processo de calcinação de gipsita em forno rotativo com aquecimento indireto*. Recife, 2016. 95 f. 26 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

GAMA, Dráuzio Correia. **Manejo florestal sustentado da Caatinga: aspecto legal e técnico-científico**. *Advances in Forestry Science*, Cuiabá, v. 8, n. 1, p. 1363-1376, 1 jul. 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.34062/afs.v8i1.10844>>. Acesso em: 28 ago. 2023.

HENRIQUES JR, Mauricio F., 2013. **Potencial de financiamento de eficiência energética:** nos setores de cerâmica e gesso no Nordeste. Banco Interamericano de Desenvolvimento / IDB *Monographs*, 169 p.

IBAMA, 2022. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **DOF - Autorizações de Exploração Florestal**. Dados e Recursos: Autorizações de Exploração Florestal (Autex) – Bahia, 2022. Disponível em:

<<https://dadosabertos.ibama.gov.br/dados/DOF/BA/autorizacao/2022.csv>>. Acesso em: 29 Ago. 2023.

IBAMA, 2022. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **DOF - Autorizações de Exploração Florestal**. Dados e Recursos: Autorizações de Exploração Florestal (Autex) – Ceará, 2022. Disponível em: <<https://dadosabertos.ibama.gov.br/dados/DOF/CE/autorizacao/2022.csv>>. Acesso em: 29 Ago. 2023

IBAMA, 2022. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **DOF - Autorizações de Exploração Florestal**. Dados e Recursos: Autorizações de Exploração Florestal (Autex) – Pernambuco, 2022. Disponível em: <<https://dadosabertos.ibama.gov.br/dados/DOF/PE/autorizacao/2022.csv>>. Acesso em: 29 Ago. 2023.

IBAMA, 2022. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **DOF - Autorizações de Exploração Florestal**. Dados e Recursos: Autorizações de Exploração Florestal (Autex) – Piauí, 2022. Disponível em: <<https://dadosabertos.ibama.gov.br/dados/DOF/PI/autorizacao/2022.csv>>. Acesso em: 29 Ago. 2023.

IBAMA, 2023. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **DOF - Autorizações de Exploração Florestal**, 03 de Mar. 2023. Disponível em: <https://dadosabertos.ibama.gov.br/pt_PT/dataset/dof-autorizacoes-de-exploracao-florestal>. Acesso em: 28 ago. 2023.

IBGE, 2023. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS) 2022**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?=&t=resultados>>. Acesso em: 29 set. 2023.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2023. **Censo Brasileiro de 2023**. Rio de Janeiro: IBGE 2023. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em 16 out. 2023.

INPE/MCTI - PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; GONÇALVES, A. R.; COSTA, R. S.; LIMA, F. L.; RÜTHER, R.; ABREU, S. L.; TIEPOLO, G. M.; PEREIRA, S. V.; SOUZA, J. G. Atlas brasileiro de energia solar. 2.ed. São José dos Campos: INPE, 2017. 80p. Disponível em: <<http://doi.org/10.34024/978851700089>>.

MDIC - Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços, 2022. **Exportação e Importação Geral**. Disponível em: <<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral/22261>>. Acesso em: 27 de julho 2023.

MMA, 2018. **Biomassa para energia no Nordeste: atualidade e perspectivas** / Ministério do Meio Ambiente, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – Brasília, DF.

NDAGIJIMANA, C.; PAREYN, F.G.C.; RIEGELHAUPT, E. **Uso do solo e desmatamento da Caatinga: um estudo de caso na Paraíba e no Ceará – Brasil**. Estatística Florestal da caatinga. Ano 2. Volume 2. Agosto 2015. p. 18-29. Associação Plantas do Nordeste, Recife/PE.

O GLOBO, 2021. *Uso de drywall ajuda a reduzir custos da obra*. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/morar-bem/uso-de-drywall-ajuda-reduzir-custos-da-obra-24925497#:~:text=Ao%20longo%20de%202020%2C%20a,a%20fabricante%20Knauf%20do%20Brasil>>. Acesso em: 09 out. 2023.

PAREYN, F., RIEGELHAUPT, E., CRUZ FILHO, J. L. V., MENECELLI, H. T., 2016. **Levantamento do potencial de oferta sustentável de biomassa de algaroba nos estados do Rio Grande do Norte e Paraíba, e sua potencial inserção na matriz energética da indústria cerâmica**. Recife, PE. 36p.

PROJETEC, 2009. **Estudo de Viabilidade Tecnicoeconômica do Processo de Produção e Logística do Gesso Fabricado a Partir da Gipsita do Araripe Pernambuco**: Relatório final, 2009.

RIBASKI, J., DRUMOND, M. A., OLIVEIRA, V. R., NASCIMENTO, C. E. S., 2009. **Algaroba (*Prosopis juliflora*): Árvore de Uso Múltiplo para a Região Semiárida Brasileira**. Embrapa Florestas. Comunicado Técnico. Colombo. 8p.

SACRAMENTO, Lucas Souza. *Fertilização de cobertura em plantio de eucalipto em área de déficit hídrico na Zona da Mata Norte de Pernambuco*. Pernambuco, 2022. 50 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, 2022.

SEBRAE - PE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, 2019. **Cadeia Produtiva do Gesso na Região da Chapada do Araripe**. Recife, PE. 33 p.

SIDRA, 2022. SISTEMA IBGE de Recuperação Automática. Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura: PEVS, 2022 - Quantidade produzida na silvicultura. Quadros. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pevs/quadros/brasil/2022>>. Acesso em: 28 set. 2023.

SINDUSGESSO, 2023. **Uma Agenda Positiva para o Polo Gesseiro no Sertão de Pernambuco**. 4ª Reunião Setorial do SINDUSGESSO e 8ª Reunião do Conselho Empresarial do Sistema Indústria. Araripina/PE.

SUAPE. **Governo de Pernambuco anuncia instalação de terminal de gás em Suape no valor de R\$ 2 bilhões.** 2022. Disponível em: <<https://www.suape.pe.gov.br/pt/noticias/1730-governo-de-pernambuco-anuncia-instalacao-de-terminal-de-gas-em-suape-no-valor-de-r-2-bilhoes>>. Acesso em: 09 out. 2023.

U. S. Geological Survey, 2023. **Mineral Commodity Summaries 2023:** U. S. Geological Survey, 210 p. Disponível em: <<https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/mineral-commodity-summaries>>. Acesso em: 09 out. 2023.