

# REVISTA AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:  
Investigación, desarrollo y práctica.

## PRODUÇÃO DE GESSO NO ARARIPE PERNAMBUCANO: IMPACTOS AMBIENTAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

\*João Paulo de Oliveira Santos<sup>1</sup>  
Soraya Giovanetti El-Deir<sup>1</sup>

## PRODUCTION OF GYPSUM PLASTER IN THE REGION OF ARARIPE, PERNAMBUCO STATE: ENVIRONMENTAL IMPACTS AND FUTURE PERSPECTIVES

Recibido el 2 de febrero de 2018; Aceptado el 7 de octubre de 2019

### Abstract

*Pernambuco State is responsible for 97% of the production of all gypsum plaster consumed in Brazil. This occurs in large part to the quality of its gypsum ore, which reaches a very high degree of purity. The gypsum reserves located in Pernambuco State are concentrated in the region of Araripe, making up the Araripe Gypsum Pole, an important productive arrangement at national level. Although this activity represents an important source of resources in the region, it is also responsible for the direct and indirect generation of environmental impacts. The main energy source used in the ore beneficiation process is firewood, most often from native Caatinga species. This massive removal of firewood has placed the region under severe anthropic pressure, which has generated consequently changes in the physical and biological structures of the environment. This scenario is accompanied by the expressive release of particulates into the atmosphere, compromising the air quality and promoting health problems to the local population. In this perspective, the search for a new energy matrix becomes necessary, also linking with cleaner production strategies. Panorama that to be implanted depends on a series of actors, both in public and private spheres.*

**Keywords:** *gypsum, energy matrix, clean production*

<sup>1</sup>Grupo de Pesquisa Gestão Ambiental em Pernambuco – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil.

\*Autor correspondente: Departamento de Tecnologia Rural, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife – Pernambuco, CEP: 52171-900, Brasil. Email: [jpos@agro.adm.br](mailto:jpos@agro.adm.br)

## Resumo

O estado de Pernambuco é responsável pela produção de 97 % do gesso consumido no Brasil. Isso se deve em grande parte a qualidade do seu minério de gipsita, que alcança um altíssimo grau de pureza. As reservas pernambucanas de gipsita se concentram na região do Araripe, compondo o Polo Gesseiro do Araripe, importante arranjo produtivo a nível nacional. Embora essa atividade represente uma importante fonte de recursos para a região que está inserida, é também responsável pela geração direta e indireta de uma série de impactos ambientais. A principal fonte energética utilizada no processo de beneficiamento do minério é a lenha, na maioria das vezes proveniente de espécies nativas da Caatinga. Essa retirada massiva de lenha tem colocado a região sob uma severa pressão antrópica que, conseqüentemente, vem gerando alterações nas estruturas físicas e biológicas do ambiente. Soma-se a esse cenário a expressiva liberação de particulados na atmosfera, comprometendo a qualidade do ar e trazendo recorrentes problemas de saúde a população local. Dessa forma a busca por uma nova matriz energética se faz necessária, atrelando-se também a estratégias de produção mais limpa. Panorama que para ser implantado depende de uma série de atores, tanto na esfera pública como privada.

**Palavras chave:** gipsita, matriz energética, produção limpa.

---

## Introdução

As atividades de mineração representam uma das grandes fontes geradoras de recursos para diversos países, em função da enorme demanda por produtos que requerem essas matérias-primas. Essa demanda tende a aumentar ainda mais, forçando uma maior retirada e beneficiamento desses bens (Moran *et al.*, 2014). Esse setor produtivo é responsável por diversas mudanças na paisagem em que está inserido, que vão desde o revolvimento e a mobilização de grandes quantidades de rochas e solos, até a alta demanda por água e energia, somadas à produção e à disposição de rejeitos. Dessa forma, a mineração é tida como uma das principais atividades humanas que levam a problemas de ordem ambiental e social (Carvalho, 2017; Hatje *et al.*, 2017). Devido a esse conjunto de fatores, esse segmento está sob exigências legais que visam o condicionamento socioambiental nas áreas de influência direta que implicarão na obtenção ou não das permissões de exploração e operação, licenças necessárias para o pleno funcionamento (Pietrzyk-Sokulska *et al.*, 2015).

Considera-se Impacto Ambiental qualquer alteração no meio ou em algum de seus componentes por determinada ação ou atividade (Maciel; Freitas, 2014); sendo o processo de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) a ferramenta mais eficiente para categorizar as indústrias de acordo com seu potencial de modificação negativa sobre o meio ambiente (Parajuli; Lee, 2017). Esta avaliação é um processo que investiga e prediz o potencial de impactos diretos, indiretos e cumulativo de atividades impactantes, desde o início do projeto até o seu fechamento, levando a estratégias de mitigação (Anifowose *et al.*, 2016).

Muito embora existam diretrizes estabelecidas, o processo de AIA é realizado através de uma interpretação subjetiva, podendo ocorrer à influência de fatores externos sob o impacto ambiental. Dessa forma, fatores como a localização do empreendimento, presença de núcleos

populacionais e outras áreas ambientalmente sensíveis nas proximidades podem receber impactos de alta magnitude em uma área, enquanto que em outro local, serem minimamente impactados (Castilla-Gómez; Herrera-Herbert, 2015).

Da mesma forma que ocorre com outras áreas de mineração ao redor do mundo, a cadeia produtiva da gipsita no Polo Gesseiro do Araripe, estado de Pernambuco, é responsável por impactos ambientais, desde a geração de rejeitos na fase de exploração até o lançamento de particulados na atmosfera durante o beneficiamento. Estes impactos se somam à intensa devastação da Caatinga na região, de onde provém grande parte da lenha utilizada nos fornos das calcinadoras de gesso. Com o presente trabalho objetiva-se analisar os principais impactos decorrentes da etapa de beneficiamento da gipsita no Polo Gesseiro do Araripe, visando-se traçar estratégias de adequação da atividade para uma produção mais limpa, pretendendo-se ser uma contribuição para a elevação da sustentabilidade setorial. Este trabalho apresenta partes dos resultados da dissertação de Santos (2019), a qual utilizou como estudo de caso o Polo Gesseiro do Araripe, principal área de produção de gesso no Brasil, buscando assim contribuir com o ajuste processual dessa cadeia produtiva.

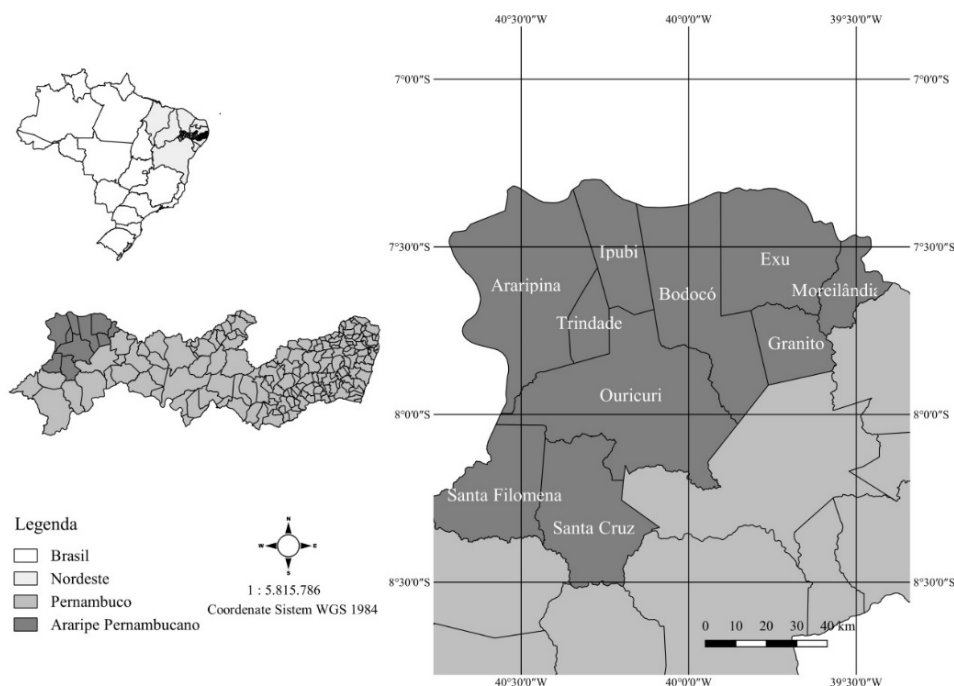
## **Material e Métodos**

### **Área de Estudo**

O Araripe pernambucano está inserido na mesorregião do Sertão de Pernambuco (Figura 1). Ocupa uma área territorial de 11.546,77 Km<sup>2</sup> e é composto por dez municípios: Araripina, Bodocó, Exu, Granito, Ipubi, Moreilândia, Ouricuri, Santa Cruz, Santa Filomena e Trindade. A população residente é de 326.540 habitantes (IBGE, 2017).

Nessa região, encontram-se as principais ocorrências de reserva de gipsita de Pernambuco, em destaque os municípios de Araripina, Bodocó, Ipubi, Ouricuri e Trindade, compondo o Arranjo Produtivo Local (APL) do Polo Gesseiro, denominado Polo Gesseiro do Araripe. A gipsita explorada nessa área é tida como a de melhor qualidade do mundo (Araújo, 2004; Silva, 2009) e é responsável por 97% da produção brasileira de gesso (Silva, 2013). As atividades de exploração desse material nessa área datam do início nos anos 60 (Silva, 2008).

Muito embora esteja inserida em uma região com graves problemas relacionados à disponibilidade de água, o que dificulta o desenvolvimento da maioria das atividades produtivas, essa região apresenta baixo índice de desemprego, o que se deve a forte influência do Polo, onde se encontram em pleno funcionamento 42 minas de gipsita, 174 indústrias de calcinação e 748 indústrias de pré-moldados, responsáveis por um faturamento de R\$ 1.4 bilhão anual e a geração de 13.9 mil empregos diretos e 69 mil indiretos. Este panorama tende a se ampliar, tomando-se como base o grande estoque de gipsita, cujo tempo restante previsto de exploração é de aproximadamente 600 anos (SINDUSGESSO, 2014).



**Figura 1.** Localização do Araripe em Pernambuco

### Metodologia

Foram levantados os principais impactos oriundos da etapa de beneficiamento de gipsita na região de estudo, diagnosticando-se quais destes apresentam maior potencial de alterações sobre o meio. Para isso, realizou-se a qualificação, quantificação e classificação desses impactos, utilizando-se a planilha ponderada de Tommasi (1994) adaptada. Esses impactos podem ser classificados como de peso 1 (pequeno), 3 (moderado) ou 5 (extremo), mesma classificação adotada para o efeito, adicionando-se apenas o efeito 0 (ausente).

A classe dos impactos é obtida da multiplicação do peso pelo efeito, onde valores de 0 representam impacto ausente; de 1 a 8, impacto pequeno; de 9 a 14, impacto moderado; e de 15 a 25 impacto extremo. Atribuíram-se pesos negativos (-) para os impactos que trazem danos sobre o meio, e pesos positivos (+) quando estes representam benefícios, na maioria das vezes perceptíveis apenas no meio social.

Posterior à identificação dos impactos potenciais, levantaram-se as consequências destes já verificadas na região de estudo. Procedeu-se uma análise dos ciclos organizacionais da atividade, verificando-se o atual estágio e as perspectivas futuras. Para tal utilizou-se o Modelo de Ecociclos proposto por Hurst (1995).

Com base na estrutura de produção local e as potencialidades associadas, buscou-se propor estratégias de adequação da atividade rumo a uma produção mais limpa e eficiente, atrelando-se ganhos ambientais e econômicos.

## Resultados e Discussão

### Qualificação e Classificação dos Impactos

Na análise qualitativa dos impactos, verificaram-se quais destes apresentam maior capacidade de gerar transtornos nas escalas físicas, químicas, biológicas e sociais do meio (Melià *et al.*, 2014), sendo verificada a abrangência, efeito, repercussão, temporalidade, permanência, reversibilidade e parâmetro que define o impacto (Quadro 1).

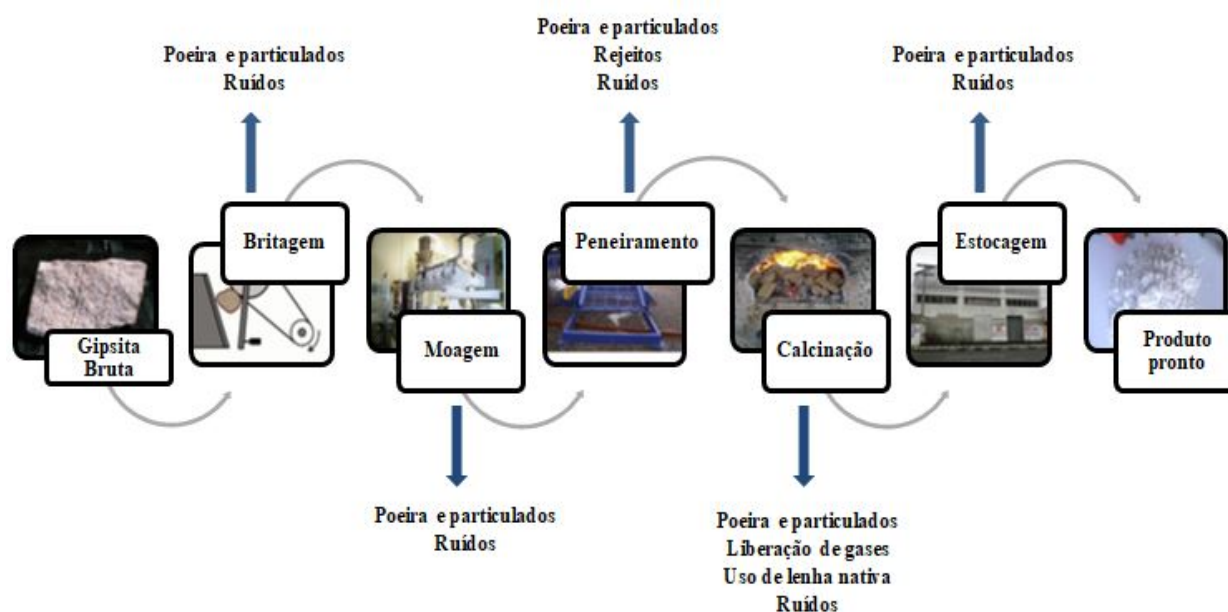
**Quadro 1.** Análise Qualitativa dos impactos presentes na etapa de beneficiamento da gipsita.

Impacto	Abrangência	Efeito	Repercussão	Temporalidade	Permanência	Reversibilidade	Parâmetro que define o Impacto
Ruídos gerados pelos equipamentos	Pontual	Negativo	Direta	Curto	Temporário	Reversível	Frequência
Liberação de gases decorrentes do processo	Pontual	Negativo	Direta	Curto	Temporário	Reversível	Dispersão
Poeira e particulados	Local	Negativo	Direta	Longo	Permanente	Reversível	Volume, dispersão
Uso de lenha nativa	Regional	Negativo	Indireta	Longo	Permanente	Reversível	Volume
Geração de rejeitos	Local	Negativo	Direta	Longo	Permanente	Irreversível	Persistência
Geração de emprego e renda	Regional	Positivo	Direta	Longo	Permanente	Reversível	Persistência
Abastecimento do mercado	Estratégica	Positivo	Direta	Longo	Permanente	Reversível	Persistência

Baseada em TOMMASI (1994).

No contexto da calcinação da gipsita, merecem destaque as liberações de poeira e de particulados, além do uso de madeira nativa. Este primeiro é um impacto de abrangência local, causa danos diretos na saúde e na qualidade de vida das pessoas que habitam a área de influência dessas calcinadoras, não apenas por ser responsável por diversos problemas respiratórios, mas também por comprometer a qualidade da água dos reservatórios em uma região historicamente afetada por elevados déficits hídricos. O segundo impacto, além de contribuir para a degradação ambiental dos municípios do Polo, já avança por outros municípios de Pernambuco e de outros estados.

Apesar dos impactos negativos supracitados, dois fatores se destacam: a geração de emprego e renda, que garantem o desenvolvimento dessa região em meio a um ambiente hostil e de poucas opções de exploração econômica, e a vanguarda a nível nacional na produção de gesso, responsável por quase toda a totalidade desse segmento no país (Figura 2). Dessa forma, ações que minimizem e/ou mitiguem as ações negativas devem ser postas em prática, visando-se uma produção mais limpa e eficiente em termos de recursos. Estas ações devem se concentrar principalmente na substituição da matriz energética e modernização dos fornos, uma vez que a intensa degradação da Caatinga conduz, além de problemas ambientais, à incertezas no abastecimento dos fornos das calcinadoras, sendo hoje um dos principais gargalos da cadeia produtiva do gesso, podendo culminar com a inviabilização da atividade, gerando graves perdas econômicas e sociais (Granja et al, 2017).



**Figura 2.** Fluxograma da etapa de beneficiamento do gesso e impactos negativos associados.

A análise quantitativa da etapa de calcinação (Tabela 1) mostrou um indicativo de -39, expondo assim o contraponto entre desenvolvimento econômico, representado pela geração de emprego e abastecimento de mercado, com a geração de impacto ambiental. Assim como na análise qualitativa, merece destaque a produção de poeira e particulados e o uso de lenha nativa, ambos com classificação de impacto extremo.



A geração de ruídos e liberação de gases durante a calcinação são impactos significativos, no entanto, sendo eventos mais restritos à unidade de produção, diferente do que ocorre com a poeira, que se alastra por áreas muito maiores. Assim, seus efeitos são mais localizados e podem ser mitigados de formas mais simples, como por meio da com a utilização de equipamentos de proteção individual (EPI) por parte dos trabalhadores. Desta forma, estes podem ser classificados como de impacto moderado.

**Tabela 1.** Matriz Quantitativa dos impactos presentes na etapa de beneficiamento da gipsita.

Impacto	Peso	Efeito	Classe
Ruídos gerados pelos equipamentos	3	-3	-9
Liberação de gases decorrentes do processo	3	-3	-9
Poeira e particulados	5	-5	-25
Uso de lenha nativa	5	-5	-25
Geração de rejeitos	5	-1	-5
Geração de emprego e renda	3	+3	+9
Abastecimento do mercado	5	+5	+25
Total			-39

Embora a geração de resíduos seja um problema em qualquer atividade, merecendo atenção especial para ações de gestão e gerenciamento (Costa *et al.*, 2017), no caso específico da calcinação da gipsita essa geração não chega a ser tão expressiva, principalmente devido à elevada pureza do minério, que atinge 98%. Também se observa que esse material, por vezes, é reaproveitado e usado junto com outros materiais na fabricação de blocos e tijolos, que são empregados na construção de habitações na região (Araújo; Martins, 2012).

### Impactos Ambientais

A etapa de beneficiamento (calcinação) é responsável pelos principais impactos ambientais dentro da cadeia produtiva do gesso, sejam estes diretos ou indiretos. Entre os impactos diretos destaca-se a poluição atmosférica. Durante esse processo, a gipsita bruta é moída e submetida a altas temperaturas para ser desidratada, resultando no gesso.

No entanto, em sua maioria, as calcinadoras não possuem sistemas eficientes para evitar que os gases e as poeiras provenientes da calcinação sejam liberados no meio. Dessa forma ocorrem reações da água (H<sub>2</sub>O) com o óxido de enxofre (SO), gerando gás sulfídrico e ácido sulfúrico, além da liberação de material particulado (Araújo; Martins, 2012). Essa poeira se dissipa na atmosfera formando plumas com algumas centenas de metros, ao longo da direção dos ventos, podendo atingir alguns quilômetros a partir de onde foram geradas (Arruda *et al.*, 2012).

No tocante à saúde da população residente no perímetro de influência dessas unidades fabris, a poeira de gesso pode desencadear diversos problemas de saúde, que podem variar desde irritação nos olhos, nas mucosas e no aparelho respiratório, até efeitos crônicos ou permanentes na saúde dessas pessoas. Somente em Araripina, 38% das internações hospitalares estiveram relacionadas a problemas respiratórios causados pela poeira de gesso, afetando principalmente crianças e idosos (Medeiros, 2003; Medeiros *et al.*, 2010).

Em trabalhos desenvolvidos por Arruda *et al.* (2012) e Arruda *et al.* (2015) em reservatórios da região de Araripina, observaram-se altos teores de sulfato nas águas desses ambientes, fator que os autores atribuíram a poeira proveniente da produção de gesso, que uma vez sedimentada sobre o solo e a vegetação, é solubilizada pela água das chuvas e levada a esses corpos d'água. Esses altos níveis podem alterar as características organolépticas da água destinada ao abastecimento público, com o surgimento de gosto amargo ou adstringente, além de que sua ingestão pode causar efeito laxativo (Pacheco *et al.*, 2016). Esse cenário é preocupante, visto a escassez de água nessa região, que assim como o resto do Semiárido, tem nesses reservatórios uma de suas principais reservas hídricas para os períodos de estiagem (Almeida; Frischkorn, 2015; Pinheiro *et al.*, 2015; Fernandes *et al.*, 2016).

Além desses impactos diretos, o processo de calcinação requer grandes aportes de material energético, uma vez que se realiza em temperaturas superiores a 140°C (Pinto *et al.*, 2016). A principal matriz energética utilizada atualmente é a biomassa florestal, representando 96.6 % dos insumos energéticos usados (Tabela 2), com uma demanda anual de 2.565 milhões de metros estéreos (st) por ano (Henriques Júnior, 2013).

**Tabela 2.** Participação de insumos energéticos no beneficiamento da gipsita (com base na produção 2011–2012).

Insumo energético empregado	Produção de gesso (10 <sup>3</sup> t)	Consumo específico de energia	Participação (%)
Lenha	427500	0.6 st/t	96.6
Coque de petróleo	180	40 kg/t	2.9
Óleo combustível	22.5	35 kg/t	0.3
GLP / GN	22.5	17 kg/t	0.2

Fonte: *Henriques Júnior (2013)*.

Essa forte pressão antrópica tem acarretado graves danos ao bioma Caatinga na região. Em levantamentos realizados na região até 2008, constatou-se que todos os municípios que compõem o Polo apresentavam situação crítica quanto ao estado de conservação de sua vegetação original, estando com áreas superiores a 50% de Caatinga antropizada, merecendo



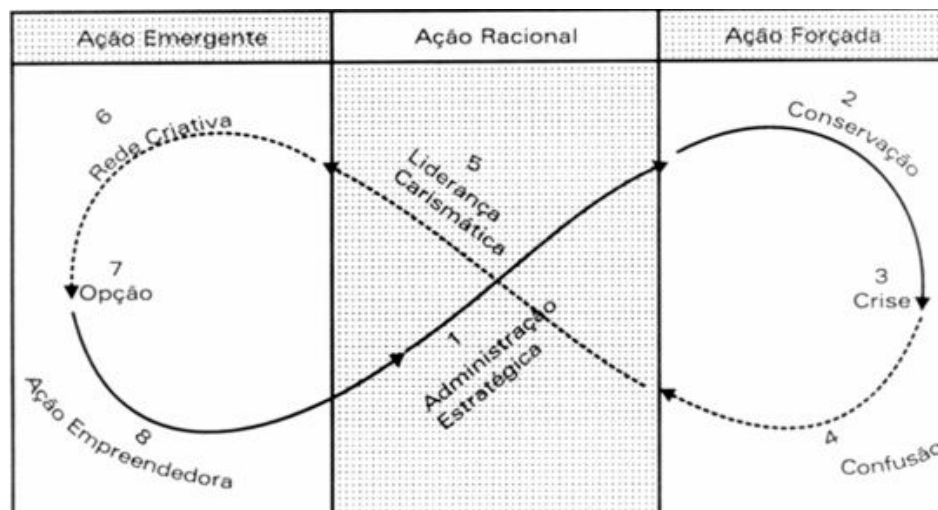
destaque o município de Bodocó, com 88.23% da Caatinga (IBAMA, 2010). Segundo Sá et al. (2011), durante o período de 1998 e 2008, as áreas desmatadas na região do Araripe eram superiores aquelas em vias de regeneração da cobertura vegetal.

O desmatamento representa um dos principais fatores da desertificação (Angelotti *et al.*, 2015), processo que compromete a manutenção da população local, além de trazer graves impactos sobre o ecossistema, potencializado na região pelas altas temperaturas e baixas taxas de precipitação.

Uma vez que os estoques madeireiros da região já se encontram bastante comprometidos, a busca por lenha avança por outros municípios, chegando a ser trazida de outras áreas a centenas de quilômetros, ultrapassando os limites de Pernambuco e adentrando os estados do Piauí, Bahia, Ceará (Henriques Júnior, 2013) e Paraíba (Travassos; Sousa, 2014).

#### Análise segundo o Ecociclo Organizacional

David Hurst (1995) desenvolveu a teoria do Ecociclo Organizacional, baseando-se em suas experiências no campo empresarial. Esse modelo combina o loop de aprendizagem e o loop de desempenho em uma única imagem que perfaz o símbolo do infinito, que se subdivide em oito fases: administração estratégica, conservação, crise, confusão, liderança carismática, rede criativa, opção e ação empreendedora (Figura 3).



**Figura 3.** Modelo de Ecociclo Organizacional. Fonte: Mintzberg et al. (2000)

Aplicando-se esse modelo para a atividade de extração e beneficiamento da gipsita no Araripe pernambucano, pode-se observar a progressão desse setor dentro da tendência dos dois loops ao infinito. No atual estágio, tem-se uma ação forçada, em um estágio de conservação do modelo vigente, onde prevalece a utilização maciça e ilegal de lenha da Caatinga como principal fonte energética. Partindo-se do pressuposto da circularidade do Ecociclo e somada às ações de fiscalização do órgão estadual de meio ambiente, chega-se a um estágio de crise, onde serão buscadas alternativas viáveis para o segmento.

A migração de matriz energética não é uma ação rápida a ser implementada, além de surgirem controvérsias quanto ao custo e retorno final. Assim, adentra-se em um estágio de confusão, onde são apontadas ações emergenciais e de resultados em curto prazo, como a utilização de manejo florestal, e outras que representam investimentos maiores, porém com maiores vantagens a médio e longo períodos de tempo.

Empresa como a New Gipso, que já utilizam gás natural como matriz energética, serve de exemplo para as demais empresas do Polo, uma vez que ao ser pioneira na substituição da lenha em seus fornos, obtém resultados promissores, como aumento da produtividade e redução de 50% do tempo de calcinação. Esta empresa lidera assim uma ação racional, sendo considerada um benchmarking setorial, justificando o uso dessa nova matriz energética e a compreensão dos pontos que levem a viabilidade socioeconômica e ambiental de tal mudança.

#### *Os passos para a implementação da produção mais limpa setorial*

Para a real adaptação do setor produtivo de gesso para moldes menos impactantes, uma série de etapas devem ser realizadas, englobando todos os que estão ligados de alguma forma ao setor.

#### *Convencimento dos Shareholders*

Como peças fundamentais nesse segmento, os shareholders devem ter dimensão do impacto ambiental das empresas na região, determinando tanto a área de influência direta como indireta, denotando nestes, novos valores corporativos (Byun; Oh, 2018). Mais que isso, precisam compreender que esses impactos, diretamente ou indiretamente, representam também perdas econômicas e problemas sociais (Isafiade *et al.*, 2017), que refletem em morbidade e até mortalidade. Além de que, as adequações das empresas podem levar ao fornecimento de um produto final com um maior valor agregado e adentrar em novos mercados, com a utilização do gesso, por exemplo, sendo cada vez mais crescente em construções sustentáveis. Mas para tanto, há de se verificar todos os preceitos da sustentabilidade, levando-se em conta os indicadores do triple bottom line (Korhonen *et al.*, 2018). Além disso, os investimentos em adaptações de fornos podem, em médio prazo, ser menores que as multas recebidas por infringir a legislação. Para tanto, uma melhor compreensão da econometria do negócio há de ser feita, visando-se dar informações para a tomada de decisão, além de diminuir possíveis perdas processuais e geração de resíduos (Geraldo *et al.*, 2017).

### Poder Público como Agente de Modificação

Os esforços para a mudança da matriz energética no Polo Gesseiro devem ter como força motriz a ação do poder público, principalmente os governos federal e estadual (Stokes; Breetz, 2018). A construção de um gasoduto entre Caruaru e Araripina seria uma grande redenção para essa região produtiva, e a partir daí, o gás natural poderia ser distribuído para os demais municípios. Apesar de ser uma obra que requer significativos investimentos, deve-se atentar para a importância do Polo para a economia do estado de Pernambuco e, principalmente, pela vanguarda de produção dessa região a nível nacional. Certamente a análise de formas energéticas mais sustentáveis há de ser uma questão emergente setorial (Gürtürk; Oztop, 2014).

### Poder de Seletividade dos Stakeholders

Para fins de stakeholders, serão considerados os potenciais clientes dos produtos de gesso oriundo do Polo Gesseiro, sejam eles pessoas físicas, jurídicas ou empresas que ainda façam algum tipo de beneficiamento na matéria prima (ex: fábricas de drywall). Essa classe pode influenciar diretamente na dinâmica da redução do impacto ambiental no Polo, comprando material cuja procedência da fonte energética usada no processo de calcinação seja conhecida e legal, por meio do comportamento e valores adotados (Yuen *et al.*, 2017, Maddaloni; Davis, 2017). A pressão econômica exercida contribui para a mais rápida adequação das unidades produtivas, por conta da necessidade de não exclusão de mercados. Tal força pode influenciar, de forma decisiva, no sucesso ou re-engenharia de setores produtivos (Martinez; Olander, 2015).

### **Conclusões**

Existe a necessidade urgente de mudanças no processo de calcinação da gipsita no Polo Gesseiro do Araripe, buscando-se traçar estratégias de adequação da atividade visando-se o estabelecimento de uma produção mais limpa, elevando a sustentabilidade setorial. Neste, merecem destaque a liberação de poeira e de particulados, além do uso de madeira nativa, que provocam danos à saúde e a qualidade de vida dos habitantes da região.

Apesar de uma gama de impactos associados, essa atividade se faz necessária na região, visto os números expressivos de geração de emprego e renda, garantindo o desenvolvimento local em meio a um ambiente de poucas opções de exploração econômica.

Esta atividade tem relação direta com a poluição do ar local, sendo responsável por liberar componentes químicos como o óxido de enxofre para a atmosfera, além da formação de plumas que irão gerar morbidade e diversos outros problemas na população das áreas adjacentes.

Analisada de acordo com os Ecociclos Organizacionais observa-se que a atividade tem o desafio de agregar inovações tecnológicas, sendo a matriz energética um dos pontos relevantes para a sustentabilidade setorial. Existe empresa posicionada como líder setorial a qual está inserindo tal temática como relevante na sustentabilidade operacional.

Vislumbra-se que para a implantação da produção mais limpa no setor há de existir processo de convencimento dos shareholders, articulação do poder público assumindo papel de moderador, assim como empoderamento dos stakeholders visando-se que estes exerçam papel de influenciar em modificações processuais e inserção de tecnologias sustentáveis. Compreende-se que desta forma o setor de calcinação de gipsita poderá elevar seu potencial de sustentabilidade, propiciando a diminuição dos fatores que elevam os riscos para a competitividade do Polo Gesseiro do Araripe.

## Referências

- Almeida, J. R. F., Frischkorn, H. (2015) Agrupamento da Qualidade da Água de Poços de um Pequeno Aquífero Aluvial: Estudo de Caso da Bacia do Riacho Forquilha em Quixeramobim Ce/ Brasil. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales*, **8**(1), 114 - 130.
- Angelotti, D. S., Giongo, V., Signor, D. (2015) Mudanças Climáticas no Semiárido Brasileiro: Experiências e Oportunidades para o Desenvolvimento. *Revista Brasileira de Geografia Física*, **8**, 484-495.
- Anifowose, B., Lawler, D.M., Van Der Horst D., Chapman, L. (2016) A systematic quality assessment of Environmental Impact Statements in the oil and gas industry. *Science of The Total Environment*, **572**, 570-585.
- Araújo, S. M. S. (2004) *O Pólo Gesseiro do Araripe: Unidades geo-ambientais e impactos da mineração*. Tese de doutorado (Programa de Pós-graduação em Geociências. Área de Administração e Política de Recursos Minerais) Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 276 p.
- Araújo, S. M. S., Martins, L. A. M. (2012) A Indústria Extrativa Mineral do Pólo Gesseiro do Araripe e seus Impactos Sócio-Ambientais. *Revista de Geografia*, **29**(1), 91-112.
- Arruda, G. B., Correia, K. V., Menor, E. A., Lins, V. (2012) Contaminações em Sulfato e Cloretos em Águas de Superfície e Subsuperfície na Região de Araripina-PE. *Estudos Geológicos*, **22**(2), 149-171.
- Arruda, G.B., Correia, K.V., Oliveira, T. R. S., Brainer Neto, J.E., Araújo, F. P., Carneiro, K. W. F. S. (2015) Análise da Qualidade da Água do Riacho Moraes em Área Influenciada pela Produção de Gesso no Município de Araripina, PE – Brasil. *Revista de Geologia*, **28**(1), 27-38.
- Byun, S. K., Oh, J. (2018) Local corporate social responsibility, media coverage, and shareholder value. *Journal of Banking and Finance*, **87**, 68–86.
- Carvalho, F. P. (2017) Mining industry and sustainable development: time for change. *Food and Energy Security*, **6**(2), 61–77.
- Castilla-Gómez, J., Herrera-Herbert, J. (2015) Environmental analysis of mining operations: Dynamic tools for impact assessment. *Minerals Engineering*, **76**, 87-96.
- Costa, A. R. S., Santos, T. C. G., Kozmhinsky, M., Alencar, S. K. P., Valle, G. (2017) Aplicação da Matriz GUT na Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Cidade do Recife-PE. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales*, **10**(2), 201-213.
- Fernandes, W. S., Souza Filho, F. A., Studart, T. M. Silveira, C. S. (2016) Avaliação do Impacto das Mudanças Climáticas no Balanço Hídrico na Bacia do Óros usando os Modelos de Mudanças Climáticas do IPCC-AR4 para o Cenário A1B. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales*, **9**(1), 28 -48.

- Geraldo, R. H., Pinheiro, S. M. M., Silva, J. S., Andrade, H. M. C., Dweck, J., Gonçalves, J. P., Camarini, G. (2017) Gypsum plaster waste recycling: A potential environmental and industrial solution. *Journal of Cleaner Production*, **164**, 288-300.
- Granja, C. V. A., Cavalcante, E. P., Caffé Filho, H. P., Siqueira, M. S., Nascimento, W. (2017) Degradação Ambiental: Exploração de Gipsita no Polo Gesseiro do Araripe. *Id on Line*, **11**(36), 239-267.
- Gürtürk, M., Oztop, H. F. (2014) Energy and exergy analysis of a rotary kiln used for plaster production. *Applied Thermal Engineering*, **67**, 554-565.
- Hatje, V., Pedreira, R. M. A., Rezende, C. E., Schettini, C. A. F., Souza, G. C., Marin, D. C., Hackspacher, P. C. (2017) The environmental impacts of one of the largest tailing dam failures worldwide. *Scientific Reports*, **7**(10706), 1-13.
- Henriques Jr., M. F. (2013) *Potencial de financiamento de eficiência energética: nos setores de cerâmica e gesso no Nordeste*. Instituto Nacional de Tecnologia –INT / MCTI, 137 p.
- Hurst, D. K. (1995) *Crisis & renewal: meeting the challenge of organizational change*. Harvard Business School Press, Boston, 240 p.
- Ibama- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. (2010) *Monitoramento do bioma caatinga, 2002-2008*. Brasília, MMA, 58 pp.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017) *Cidades@*. Acesso em: 20 de agosto de 2017. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=&coduf=26&search=pernambuco>
- Isafiade, A. J., Short, M., Bogataj, M., Kravanja, Z. (2017) Integrating renewables into multi-period heat exchanger networksynthesis considering economics and environmental impact. *Computers and Chemical Engineering*, **99**, 51–65.
- Korhonen, J., Honkasalo, A., Seppälä, J. (2018) Circular Economy: The Concept and its Limitations. *Ecological Economics*, **143**, 37–46.
- Maciel, C. S., Freitas, L. S. (2014) Use of the FMEA method in the identification and analysis of environmental impacts caused by fuel stations: a case study. *Brazilian Journal of Management*, **7**(4), 570-589.
- Maddaloni, F. D., Davis, K. (2017) The influence of local community stakeholders in megaprojects: Rethinking their inclusiveness to improve project performance. *International Journal of Project Management*, **35**, 1537-1556.
- Martinez, C., Olander, S. (2015) Stakeholder participation for sustainable property development. *Procedia Economics and Finance*, **21**, 57-63.
- Medeiros, M. S., Hurtado-Guerrero, J. C., Silva, L. G. A. (2010) A saúde no contexto do polo gesseiro de Araripina-Pernambuco, Brasil. *Saúde e Sociedade*, **19**(2), 358-370.
- Medeiros, M.S. (2003) *Poluição Ambiental por Exposição à Poeira de Gesso: Impactos na Saúde da População*. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública). Centro de Pesquisas Ageu Magalhães, Recife. 56p.
- Melià, P., Ruggieri, G., Sabbadini, S., Dotelli, G. (2014) Environmental impacts of natural and conventional building materials: a case study on earth plasters. *Journal of Cleaner Production*, **80**, 179-186.
- Mintzberg, H., Ahlstrand, B., Lampel, J. (2000) *Safári de estratégia: um roteiro pela selva do planejamento estratégico*. Porto Alegre: Bookman, 299 pp.
- Moran, C. J., Lodhia, S., Kunz, N.C., Huisingh, D. (2014) Sustainability in mining, minerals and energy: new processes, pathways and human interactions for a cautiously optimistic future. *Journal of Cleaner Production*, **84**, 1-15.
- Pacheco, G, Costa, A.B., Silveira, E.O., Deprá, B, Lobo, E.A. (2016) Calibração de um índice de qualidade de águas subterrâneas (IQNAS) para a região do Vale do Rio Pardo, RS, Brasil: nova ferramenta tecnológica para o monitoramento ambiental. *Águas Subterrâneas*, **30**(3), 427-439.
- Parajuli, I., Lee, H. (2017) Study on integration techniques for Environmental Impact Assessment of different media based standard industrial classification: A case study of South Korea. *Journal of Cleaner Production*, **151**, 643-651.



- Pietrzyk-Sokulska, E., Uberman, R., Kulczycka, J. (2015) The impact of mining on the environment in Poland – myths and reality *Gospod. Surowcami Mineralnymi – Miner. Resour. Manag*, **31**(1), 45-64.
- Pinheiro, M. I. T., Campos, J. N. B., Studart, T. M. C., Luna, R. M., Santos, E. M. A. (2015) Programas de Segurança da Água: Conceitos e Práticas. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales*, **8**(1), 131-146.
- Pinto, N A., Fioriti, C. F., Bernabeu, J. P., Akasaki, J. L. (2016) Avaliação de Matriz de Gesso com Incorporação de Borracha de Pneus para Utilização na Construção Civil. *Revista Tecnológica*, **25**(1),103-117.
- Sá, I. I. S., Galvêncio, J. D., Moura, M. S. B., Sá, I. B. (2011) Avaliação da Degradação Ambiental na Região do Araripe Pernambucano Utilizando Técnicas de Sensoriamento Remoto. *Revista Brasileira de Geografia Física*, **6**, 1292-1314.
- Santos, J. P. O. (2019) *Estratégias de sustentabilidade na cadeia produtiva da gipsita pernambucana a partir do estudo das pegadas ecológica, hídrica e de carbono*. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 91 p.
- Silva, J. A. A., Rocha, K. D., Ferreira, R. L. C., Tavares, J. A. (2013) Produtividade Volumétrica de Clones de *Eucalyptus spp.* no Polo Gesseiro do Araripe, Pernambuco. *Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica*, **10**, 240-260.
- Silva, J.A.A. (2009) Potencialidades de Florestas Energéticas de *Eucalyptus* no Polo Gesseiro do Araripe- Pernambuco. *Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica*, **6**, 301-319.
- Silva, P.R. (2008) *Pernambuco (1850 – 1950): Cem Anos de Reflexão, Antes do Cluster do Gesso*. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Administração) Faculdade Boa Viagem, Recife. 131 pp.
- Sindusgesso - Sindicato das Indústrias do Gesso do Estado de Pernambuco. (2014) *O Polo Gesseiro*. Acesso em: 26 de agosto de 2017. Disponível em: [http://www.sindusgesso.org.br/polo\\_gesseiro.asp](http://www.sindusgesso.org.br/polo_gesseiro.asp)
- Stokes, L. C., Breetz, H. L. (2018) Politics in the U.S. energy transition: Case studies of solar, wind, biofuels and electric vehicles policy. *Energy Policy*, **113**, 76-86.
- Tommasi, L. R. (1994) *Estudo de Impacto Ambiental*. CETESB/Terragraph, Artes e Informática, São Paulo.
- Travassos, I. S., Souza, B. I. (2014) Os negócios da lenha: indústria, desmatamento e desertificação no Cariri paraibano. *GEOUSP: Espaço e Tempo*, **18**(2), 329-340.
- Yuen, K. F., Wang, X., Wong, Y. D., Zhou, Q. (2017) Antecedents and outcomes of sustainable shipping practices: The integration of stakeholder and behavioural theories. *Transportation Research Part E*, **108**, 18–35.