

**PKS**

**PUBLIC  
KNOWLEDGE  
PROJECT**

**REVISTA DE GEOGRAFIA  
(UFPE)**

www.ufpe.br/revistageografia

**OJS**

**OPEN  
JOURNAL  
SYSTEMS**

## **A INDÚSTRIA EXTRATIVA MINERAL DO PÓLO GESSEIRO DO ARARIPE E SEUS IMPACTOS SÓCIO-AMBIENTAIS**

*Sérgio Murilo Santos de Araújo<sup>1</sup> e Luiz Augusto Milani Martins<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Professor Doutor, Unidade Acadêmica de História e Geografia - Centro de Humanidades - Universidade Federal de Campina Grande – UFCG; e-mail: sergiomsa.07@ig.com.br.*

<sup>2</sup> *Professor Doutor, aposentando, da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Geólogo (USP), Mestrado (University of London), Doutorado (USP), Pós-doutorado (University of Dundee) e Advogado (PUC - Campinas). Consultor em Geologia, Mineração e Direito Ambiental e Mineral.*

*Artigo recebido em 29/10/2011 e aceito em 05/12/2011*

### **RESUMO**

O presente artigo analisa os problemas ambientais gerados pela mineração de gipsita, caracterizando seu modo de exploração e suas implicações no meio ambiente. A área de estudo situa-se no denominado Pólo Gesseiro do Araripe, oeste do Estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. A mineração de gipsita vem provocando desmatamentos, queimadas, erosão dos solos, assoreamento e alteração dos recursos hídricos. Como conclusão, destaca-se que a mineração é, em parte, responsável pela degradação dos recursos naturais na área estudada.

**Palavras-chave:** mineração, pólo gesseiro do Araripe, impacto ambiental.

### **THE MINING INDUSTRY OF THE ARARIPE GYPSUM DISTRICT AND ITS ENVIRONMENTAL IMPACTS**

### **ABSTRACT**

This paper analyses the environmental problems generated by gypsum mining, characterizing its way of exploitation and its implication to the environment. The area of study is located in the Araripe Gypsum District, in the west of the State of Pernambuco, northeast Brazil. Mining gypsum has provoked deforestation, bush fire, erosion of the soil, and changes in the water resources. Concluding, it is notable that mining is partially responsible for the degeneration of the natural resources in the area.

**Key words:** mining, Araripe gypsum district, environmental impact.

## INTRODUÇÃO

As atividades humanas são responsáveis por grandes transformações ambientais. Na mineração não é diferente, pois pela necessidade de retirar do subsolo os recursos minerais, esta atividade possui grande poder de provocar impactos sobre o meio ambiente, removendo solos, vegetação, alterando o meio físico e com reflexos sobre a sociedade local. Neste artigo são caracterizadas as atividades realizadas pelas mineradoras e descritos os impactos ambientais mais frequentes no ambiente de trabalho do denominado Pólo Gesseiro do Araripe. Este importante pólo industrial mineral é responsável por aproximadamente 90% da produção Brasileira de gipsita e gesso no país.

A geologia e a localização das jazidas de gipsita no Araripe propiciam as melhores condições para seu aproveitamento. Sendo este fator um dos que proporcionaram a supremacia na produção nacional de gipsita do Pólo Gesseiro do Araripe desde a metade da década de 1960; permanecendo assim, em função de suas melhores condições de exploração, principalmente do capeamento pouco espesso, e também da quantidade e qualidade de suas reservas minerais.

O Pólo Gesseiro do Araripe/PE (PGA/PE) é um importante Arranjo Produtivo Local – APL que abrange os

municípios de Araripina, Bodocó, Exu, Ipubi, Ouricuri e Trindade. Segundo o DNPM (2010, p. 54) em 2009 “contava com 34 minas em produção, cerca de 120 calcinadoras e aproximadamente 300 pequenas unidades produtoras de artefatos”. Apesar disso, as condições de operação das minas e de algumas calcinadoras ainda são precárias, sendo responsáveis por graves problemas de segurança e higiene do trabalho, além dos impactos ambientais.

O artigo que ora apresentamos teve como objetivo caracterizar a atividade de mineração em suas diversas fases, incluindo-se a exploração ou pesquisa mineral, o beneficiamento ou calcinação, e a fabricação de derivados, fazendo a relação entre as diversas etapas da atividade com os seus respectivos impactos ambientais.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### A Área Estudada

A área estudada localiza-se no sertão nordestino, Oeste do Estado de Pernambuco e compreende os municípios que constituem o Pólo Gesseiro do Araripe, com latitudes aproximadas que vão de 7°10' a 7°48' S e longitudes de 39°47' a 40°38' W. (Figura 1).

As áreas de exploração de gipsita situam-se em dois trechos principais: a)

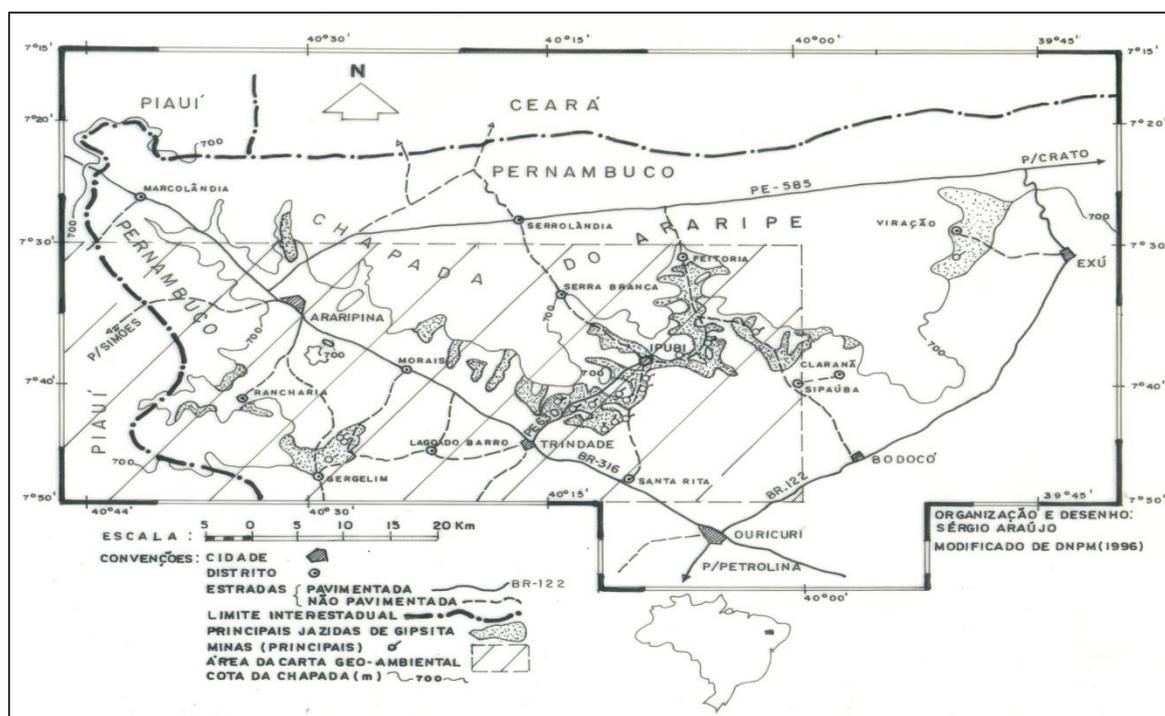
Trindade-Ipubi-Bodocó-Ouricuri: faixa que se estende de NE a SW; e b) Araripina: faixa descontínua ao sul e sudoeste do município. Estes dois trechos são alvos dos estudos de impactos, onde foram realizadas observações diretas no campo e trabalhos de gabinete, através de imagens satélites e fotografias aéreas (Figura 1).

### Procedimentos Metodológicos

Como procedimentos adotados destacam-se as pesquisas de campo que visaram obter dados referentes aos processos e etapas decorrentes das atividades realizadas na mineração e calcinação, bem como das funções realizadas pelos trabalhadores e a construção de uma síntese da observação dos impactos gerados, através de quadros.

Foram entrevistadas 71 pessoas envolvidas na indústria extrativa mineral de gipsita, que responderam total ou parcialmente às questões, representando as empresas e os trabalhadores, além daqueles que acompanham a atividade do Pólo Gesseiro do Araripe, representantes de ONGs, prefeitos e vereadores dos municípios. Também foram realizadas observações nos locais, nas minas e calcinadoras, para um diagnóstico qualitativo das etapas da atividade mineral e industrial. O trabalho de pesquisa de campo foi realizado entre os anos de 2000 e 2004, seguido por duas visitas em 2006 e 2008. Os dados apresentados foram atualizados no decorrer dos anos seguintes e até o ano de 2010.

Figura 1 – Localização da Área Estudada.



## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **Fases da Atividade Mineral de Gipsita e seus Impactos Ambientais**

Para caracterização e descrição das atividades da mineração de gipsita, foram consideradas três fases principais: desenvolvimento, operação e desativação. Dentro dessas fases existe um conjunto de atividades que, descritas em detalhes, fornecem uma visão geral dos problemas ambientais gerados por cada uma delas.

#### **Fase de Desenvolvimento**

O aproveitamento de um recurso mineral tem início com a pesquisa mineral, etapa que visa à determinação das reservas disponíveis para se aferir a viabilidade técnica e econômica do empreendimento e se requerer a concessão de lavra. Esta é precedida de várias preparações que constituem a fase de desenvolvimento. Nesta, são engendrados desmatamentos, escavações, abertura de vias de acesso, picadas, remoção da vegetação e do capeamento de solo e obras como cortes e aterros. Ainda nesta fase, é feita a instalação de equipamentos e a construção de prédios, criando-se a estrutura do empreendimento para a realização da fase de operação, como desmonte, transporte e beneficiamento.

O decapeamento é realizado por trabalhadores que operam retro-

escavadeiras (trator) ou pás-mecânicas (carregadeiras) e caminhões; consiste na retirada do estéril, constituído de solos e formações superficiais argilosas.

O capeamento estéril apresenta uma espessura variável de 5 a 10 m, sendo desagregado pelo trabalho mecânico de tratores e depois é retirado por pás-carregadeiras, que carregam os caminhões fora-de-estrada, os quais transportam o material para uma área do terreno destinada a recebê-lo, o denominado 'bota-fora' ou pilha de estéril. As principais alterações ambientais são sintetizadas no Quadro I.

#### **Fase de Operação**

A operação constitui-se na fase de maior intensidade da atividade de mineração e de alterações mais significativas no meio ambiente. Salientamos que determinadas ações se fazem necessárias para o desenvolvimento da atividade, sendo grande parte das alterações do meio ambiente inevitáveis, mas que podem e devem ser mitigadas através de um planejamento antecipado e de medidas técnicas de controle da poluição, dos processos no meio físico e de impactos ambientais.

#### **A Lavra**

A atividade mineira tem como objetivo a descoberta, a lavra e a

concentração de minérios (CHAVES, 1996); a essas, pode ser adicionada uma etapa final que determina o fim do ciclo mineiro, a desativação ou fechamento da mina.

A lavra consiste em trazer à superfície terrestre o bem mineral do subsolo, para que possa ser tratado ou colocado em condições de utilização pela indústria. No Código de Mineração (DNPM, 2001, p. 10), artigo 36, a lavra é entendida como: “o conjunto de operações coordenadas objetivando o aproveitamento industrial da jazida, desde a extração de

substâncias minerais úteis que contiver, até o beneficiamento das mesmas”.

Na lavra, realizam-se as operações como furação e preparação do ‘fogo’ para desmonte do corpo mineral, redução do tamanho dos blocos desmontados por meio mecânico ou manual (marroagem), carregamento e transporte do minério para as unidades de calcinação. Essas operações acarretam em um conjunto de processos físicos que tornam as condições desfavoráveis para o trabalhador e para o ambiente.

Quadro I – Síntese de Atividades e Impactos na Fase de Desenvolvimento.

Principais Atividades	Principais Impactos Ambientais
- Abertura de estradas, remoção de parte da cobertura vegetal e do capeamento de solo, escavações, aterros, construções e instalação de equipamentos, etc.	- Transformações da paisagem; - processos erosivos (erosão pluvial e eólica) nas vias de acesso abertas; - riscos de contaminação do lençol freático, dos corpos d’água em superfície nos setores onde foram removidos os solos e parte da vegetação; - geração de poeiras; - afugentamento temporário da fauna em função da presença humana e do ruído das máquinas. Na maior parte, as situações são temporárias e os impactos localizados, pouco significativos e de caráter reversível.

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em observações de campo e em FORNASARI FILHO et al (1992) e ITGE (1989).

Para executar a furação, são usados equipamentos como marteletes, perfuratrizes e compressores a diesel ou eletricidade. Nas médias mineradoras são utilizadas perfuratrizes e o trabalho humano é pouco utilizado, sendo apenas

necessário para operar máquinas, tornando essa atividade menos árdua. Em alguns casos, nas pequenas minas, a perfuração da rocha é, em parte, manual; o desmonte é mecânico, utilizando-se máquinas como

marretetes, o que torna o trabalho menos produtivo.

Na lavra, as principais alterações decorrentes são caracterizadas e sintetizadas no Quadro II. Dizem respeito à remoção da cobertura vegetal, do solo, à mobilização de grande massa de material estéril, desmonte e outras atividades, resultando em processos físicos e químicos que contaminam o ambiente, provocam movimentos de massa, deslizamentos e a geração de poeiras, principalmente no período seco.

O desmonte consiste na desagregação primária em grandes blocos do corpo mineral, realizada com o uso de explosivos colocados nos furos. As bancadas formadas através de desmonte têm altura geral de 15 m; havendo, porém, lavras que não obedecem a essa prática e o desmonte forma taludes com ângulos variáveis entre 75 e 90°.

Após o desmonte, se realiza a redução dos blocos através de um rompedor hidráulico - o “quebra-pedra” ou “pica-pau”-, operado por um trabalhador, que reduz os blocos maiores a um tamanho de aproximadamente 60 a 80 cm de diâmetro. Em seguida, se faz a redução dos blocos através de trabalho manual, o que se denomina de marroagem, sendo realizado pelos “marroeiros”. Este tipo de operação consiste em quebrar com

marretas os blocos de gipsita até o tamanho aproximado de 20 a 30 cm de diâmetro ou que possam entrar na boca do britador primário nas unidades de calcinação. O trabalho manual para quebra e seleção dos blocos é dito indispensável por algumas mineradoras, pois é um trabalho que as máquinas disponíveis não podem realizar - não fazem a seleção dos tipos de gipsita, além de pulverizarem ou quebrarem os blocos em tamanhos muito grandes.

O carregamento do minério é realizado por um ou mais trabalhadores, operando pás-carregadeiras. A seleção dos blocos pode ser feita pelos carregadores de caminhões fretados pelos compradores do mineral-minério; esse serviço de transporte ainda é comum na região, sendo responsável pelo abastecimento da maioria das médias e pequenas calcinadoras, pois sai mais barato e o preço praticado é cerca de R\$ 8,0 a 12,0/t, em distâncias não superiores a 50 km, conforme entrevistas realizadas entre 2000 e 2004 e atualizada em 2010.

O transporte interno é o conjunto de operações realizadas na frente de lavra e nas unidades de beneficiamento, transferindo materiais de desmonte, estéril e minério até os locais de uso ou estoque, nem sempre devidamente escolhido (Figura 2).

Quadro II – Síntese de Atividades e Impactos Decorrentes da Lavra

Principais Atividades	Principais Impactos
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Supressão vegetal com desmatamentos ou queimadas para avanço da cava;</li> <li>- Decapeamento com motoniveladora, carregamento e disposição do estéril;</li> <li>- Preparação do desmorte com explosivos e detonação (dinamite, gel e cordel detonante);</li> <li>- Redução do tamanho dos blocos com quebra-pedra e quebra manual ou marroagem;</li> <li>- Seleção e carregamento dos blocos marroados com pás-carregadeiras;</li> <li>- Transporte do produto in natura por caminhões basculantes e caminhões comuns para as calcinadoras ou estoques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geração de CO<sub>2</sub> nas queimadas, desmatamentos (supressão vegetal) e retirada de espécies sem aproveitamento, sendo desnecessário em alguns casos;</li> <li>- Remoção do solo e deposição em lugares inadequados sem estabilização, podendo gerar erosão das pilhas de estéril e perda da fertilidade do solo edáfico;</li> <li>- Vibrações e sobrepressão atmosférica;</li> <li>- Queda de blocos e deslizamento de solos;</li> <li>- Geração de poeiras e gases decorrentes das máquinas em operação (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, e outros), atingindo os trabalhadores nas minas;</li> <li>- Contaminação da cava por óleos e graxas, etc;</li> <li>- Interceptação do lençol freático;</li> <li>- Contaminação de águas subterrâneas e superficiais;</li> <li>- Subsidência em pontos instáveis da mina.</li> </ul>

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em observações de campo, e autores como FORNASARI FILHO et al (1992), IBRAM (1992) e MACHADO (1989).

Figura 2 – Carregamento na Mineradora Serrolândia, em Ipubi-PE. Foto Sérgio Araújo (2001).



Muitas minas são fornecedoras para as diversas calcinadoras e o transporte externo é de responsabilidade do comprador (calcinador), que vai buscar o produto in natura na boca da mina, contratando serviços de terceiros para realizar o transporte. O comprador pode escolher entre o produto marroado, britado ou moído, cada tipo com um preço diferente. Em 2001, ao

realizar duas pesquisas de campo nos meses de fevereiro e julho, os preços médios na boca da mina eram os seguintes: a) Gipsita em blocos ou matacão (marroado) - selecionados aos cuidados do comprador a R\$ 8,00/t; b) Gipsita britada - com tamanho dos seixos de 5,0 cm e preço médio de R\$ 12,00/t; e c) Gipsita moída - com granulação bem reduzida, constituindo o que se chama regionalmente de “farinha” - R\$ 17,00/t.

De acordo com o DNPM (2009), que traz os preços e dados sobre a produção mineral de 2008, o preço médio previsto da gipsita bruta era de R\$ 14,49 para 2009. Recentemente esses preços tiveram um aumento significativo. Segundo MME (2009) nos dados publicados pelo Sindusgesso a gipsita para calcinação custava R\$ 19,00/t, enquanto o gesso agrícola ensacado chegava a custar R\$ 50,00/t.

Ainda segundo estudos do MME (op. cit., p. 11) a gipsita bruta pode ter os seguintes preços, quando há uma seleção para melhor aproveitamento na calcinação: “a) Tipo A (para gesso alfa) = R\$ 23,00/t; b) Tipo B (para construção civil) = R\$ 20,00/t e c) do Tipo C (para cimento e agricultura = R\$ 16,50/t”.

## **O Beneficiamento**

O beneficiamento consiste na operação que tem por finalidade a melhoria qualitativa do minério, através de processos como britagem, moagem, peneiramento e calcinação. Como o teor do minério de gipsita é alto (90 a 98%), são baixas as porcentagens de rejeitos no processo de calcinação, em torno de 10 a 15% em média, no gesso beta. No caso de gesso alfa, para utilização em jóias e produtos dentários, a recuperação é de aproximadamente 75 % do produto bruto, sendo o restante perdido no processamento, pois se constitui na água perdida na calcinação/desidratação ou material mais grosseiro que não passa nas peneiras, constituindo cerca de 25 % de rejeitos. Neste, e em muitos casos, o rejeito é gesso de qualidade inferior, sendo ainda reaproveitado na fabricação de um tipo de bloco/tijolo utilizado nas construções de casas nos municípios da região, podendo conter impurezas, como argilas e outros.

Na unidade calcinadora, o minério em blocos passa por um conjunto de processos mecânicos e físico-químicos. O primeiro deles é a britagem, que consiste na operação de fragmentação dos blocos que passam por um britador primário e são reduzidos à brita; depois a brita passa por um britador secundário e, em alguns casos, é fragmentada até uma “farinha” grossa, sendo essa redução realizada por um moinho – o termo “farinha” é usado regionalmente pelos técnicos e operários do Pólo Gesseiro (Figura 3).

A moagem pode ser realizada antes ou depois da calcinação, geralmente é feita em moinhos de martelo, que transformam a gipsita numa “farinha” média, operação de cominuição, ou mesmo chegando a ser pulverizada. A “farinha” é transportada através das roscas elevatórias, chegando aos silos que abastecem os fornos.

Antes de entrar nos fornos, a farinha pode ser peneirada; esta operação pode ser feita antes ou depois da entrada no forno, dependendo do tipo de forno e do modo de produção. As peneiras são variadas, predominando as de 100, 150 e 200 mesh (ou malhas).

A calcinação é realizada em fornos de diferentes tipos, onde as temperaturas podem alcançar em média os 300° C, sendo mais freqüente o uso de fornos com capacidade térmica de 180° C. O processo consiste na desidratação do sulfato de cálcio hidratado natural ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), transformando-o em um semi-hidrato de sulfato de cálcio ( $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ ). A gipsita começa a perder água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) a partir de 105° C e o processo continua até atingir 300° C, em média. Em alguns casos, os fornos ultrapassam essa temperatura e podem alcançar até os 600° C.

Figura 3 – Detalhe de descarregamento, britagem e moagem na fabricação de gesso agrícola. Mineradora São Jorge, localizada no município de Ouricuri. Foto: Sérgio Araújo (2002).



Alguns fornos são rotativos, favorecendo que o material seja misturado e se perca água na massa homogeneamente. Ainda existem algumas calcinadoras que utilizam o manuseio da farinha enquanto está sendo calcinada,

quando são utilizados instrumentos como pás e enxadas para isso. Tal fato gera problemas para o trabalhador que permanece próximo ao forno, exposto ao calor e ao pó, pois esses tipos de fornos, chamados de panelinhas, são abertos e

nesses casos a poluição térmica e do ar é alta.

Depois de passar pelo forno (calcinação), pode-se fazer nova moagem e peneiramento, dependendo do tipo de gesso que se queira produzir. Nessa etapa, o gesso passa por peneiras de 100 mesh (ou malha) na produção do gesso alfa e de 150 ou 200 mesh no gesso beta. A qualidade do gesso está associada ao tempo de fornada e à qualidade do minério; os tipos mais comuns são: “cocadinha”, “rapadura” e “johnson” – em ordem de importância qualitativa da menor para a maior.

O gesso calcinado é transportado através de uma rosca e despejado numa concha ou num silo ensacador através de elevadores (roscas elevatórias). Nos silos, o ensacamento é realizado na base desse equipamento com sacos plásticos valvulados ou de papel, com pesos que variam de 20, 40 e 60 kg ou os chamados ‘big bags’ (grandes bolsas) de 500 kg.

Em alguns casos, o gesso pode passar por um período de ensilamento, denominado de estabilização, que segundo Peres et al (2001), tem a finalidade de obter maior homogeneização na composição final do produto.

Os rejeitos e estéreis são entendidos como aqueles minerais presentes na jazida que não têm valor econômico, constituintes do capeamento estéril ou

minério de baixo teor; Tais materiais podem ser classificados - pela natureza de seu estado físico - em rejeitos (sólidos) e efluentes (líquidos e gasosos), o que enseja a sua disposição de forma ordenada, com menos transtornos ambientais. Os primeiros, quase sempre derivam da lavra e os demais, são mais comuns nas unidades de calcinação. Deve ser dito, que os rejeitos e estéreis podem e deveriam ser aproveitados ou ter um destino para reciclagem; no entanto, ainda são lançados nos bota-foras, na atividade de produção de gesso, gesso agrícola e na fabricação de pré-moldados.

A maior parte das calcinadoras não dispõe de um sistema eficiente que capte os gases e poeiras provenientes da calcinação, havendo reações da água ( $H_2O$ ) com o óxido de enxofre ( $SO_x$ ), resultando em gás sulfídrico ( $HSO_{2,3}$ ) e ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ). Em poucos casos, há o acoplamento de um ciclone que capta a poeira, reduzindo parte da poluição; enquanto os gases, cinzas e fumaças, derivados da combustão de lenha, óleo BPF e coque, são lançados no ar sem que passem por filtros que os retenham.

Todo esse quadro descrito gera um ambiente insalubre para os trabalhadores que lidam diretamente com a calcinação, provocando problemas pulmonares, pois ficam sujeitos aos gases e materiais finos; os quais penetram no sistema respiratório,

atingindo os alvéolos, o que é altamente prejudicial à saúde. A incidência de doenças do trato respiratório é alta, no entanto, muitas não são computadas pelo sistema de saúde.

Na estocagem, o produto é acondicionado em silos ou em galpões cobertos e vistoriado com regularidade, para se evitar a umidade oriunda do ambiente externo. Já a estocagem de outros materiais (estéril), é feita em pilhas ao ar livre, localizadas em determinado ponto nos arredores da mina (Quadro III).

O transporte do produto é realizado por caminhões dentro da área da empresa, da usina de beneficiamento para o estoque, dos silos aos pátios de estoque e etc.

Quando há a comercialização do produto (gesso), o comprador se encarrega do transporte da carga, que é expedida no estoque ou pátio da empresa vendedora.

Para Fornasari Filho et. al. (1992), além das operações já citadas e descritas, existem algumas que podem ser denominadas de auxiliares, como construção e manutenção de barragens, funcionamento das oficinas de manutenção, lavadores de equipamentos e depósitos de sucatas, onde são utilizados e armazenados produtos como óleos e graxas (Figura 4).

**Quadro III - Síntese de Atividades e Impactos no Beneficiamento e Calcinação.**

Principais Atividades	Principais Impactos Ambientais
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Britagem, rebitagem e/ou moagem;</li> <li>- Transporte da 'farinha' pelas roscas transportadoras,</li> <li>- Calcinação, transporte do gesso pelos elevadores, roscas, silagem, ensacamento e estocagem do gesso;</li> <li>- Abastecimento de combustíveis nos fornos (gás, óleo, lenha), etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ruídos e geração de poeiras pelos britadores e moinhos;</li> <li>- Geração de gases provenientes dos caminhões no transporte de material;</li> <li>- Fuga de poeiras nos processos de transporte por roscas/elevadores;</li> <li>- Geração de gases (NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>, etc), provenientes do uso de combustíveis nos fornos e da calcinação (SO<sub>2</sub>, HSO, etc);</li> <li>- Incômodo laboral no ambiente interno da indústria, seja pela poeira, calor, excesso da jornada de trabalho, etc;</li> <li>- Poeiras contaminam o entorno da fábrica, principalmente a vegetação, o ar e a população.</li> </ul>

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em observações e entrevista de campo, FORNASARI FILHO et al (1992), IBRAM (1992), e MACHADO (1989).



onde fica o gesso e um interno, onde queima a chama proveniente dos maçaricos. O forno do tipo marmita pode ser movimentado por rotação mecânica (JACÓ et al, 1996).

Os fornos rotativos são utilizados por empresas de médio e grande porte, devido a seu alto custo no mercado; apresentam algumas adaptações que foram feitas na região, em função da necessidade das empresas calcinadoras. Consiste de um cilindro tubular, rotativo e longo, de aproximadamente 20 m de comprimento

por 1,80 m de diâmetro, que recebe o calor produzido pelo óleo, lenha ou carvão.

O Quadro IV coloca em evidência as principais características dos fornos descritos anteriormente. Dependendo do tipo de forno, são estimados os ganhos de produção e de qualidade ambiental, visto que, na maioria dos casos, os tipos de fornos são responsáveis por maior ou menor emissão de poluentes no meio ambiente laboral e nas áreas do entorno da unidade fabril.

Figura 5 – Parte de forno rotativo da Ingel, Indústrias de Gesso Ltda. Município de Trindade. Observam-se o silo de ensacamento, o elevador, a balança e dois exaustores. Foto Sérgio Araújo (2001).



### **Desativação**

A desativação consiste na fase final do ciclo mineiro, quando se devolve o sítio

lavrado à sociedade para dele fazer outro tipo de uso. Essa fase está diretamente ligada à recuperação, restauração ou

reabilitação do sítio degradado pela mineração ou ao abandono da lavra sem recuperação ambiental - ação esta praticada por várias empresas. Se não forem realizadas algumas medidas de recuperação ou de mitigação dos impactos,

o sítio lavrado segue produzindo algum tipo de processo que interfere no meio ambiente, incluindo transtornos de ordem físico-ambiental e também ao homem (Quadro V).

Quadro IV – Características dos Fornos do Pólo Gesseiro do Araripe – PE.

Características	Fornos		
	Rotativo	Marmita	Panela
Tipo de Gesso produzido	Fundição	Fundição e revestimento	Fundição e revestimento
Poluente do ambiente interno	Pouco	Pouco	Muito
Combustível consumido	Óleo BPF	Lenha e óleo BPF	Lenha
Consumo de combustível (1.000 kcal/t de gesso)	332	1.096 e 440	1.643
Investimento	Grande	Médio	Pequeno
Capacidade produtiva (t/h)	2,5 a 3,5	0,6 a 0,8	0,1 a 0,2
Manutenção	Média	Média	Grande
Tendência a formar supercalcinado ou cru	Sim	Não	Não
Facilidade do controle de tempo de pega	Não	Sim	Sim
Durabilidade (em anos)	Indefinida	Indefinida	0,5 a 0,6

FONTE: PERES et al (2001).

Quadro V – Síntese de Atividades e Impactos Decorrentes da Desativação

Principais Atividades	Principais Impactos Ambientais
- Abandono do sítio lavrado e não adoção de medidas de revegetação e/ou recuperação.	- Erosão dos solos ao redor e interior das cavas, provocada pela exposição ao intemperismo, devido também aos taludes íngremes, - Lixo e sucatas abandonadas, graxas e óleos remanescentes permanecem no local, geração de drenagem ácida, etc. - Contaminações dos cursos d'água, prejudicando a flora e a fauna. - Ocupação do solo por algumas espécies invasoras ou adaptadas às condições severas, indicadoras de degradação.
- Adoção de medidas de recomposição da paisagem e revegetação.	- Crescimento espontâneo e induzido da vegetação, por medidas adotadas, - Volta da vida biótica (fauna e flora); - Processos naturais bem próximos do que existia antes da mineração.

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em observações de campo e FORNASARI FILHO *et al* (1992).

A legislação federal dos anos 1980 e 1990, representadas pela Constituição de 1988 e pelas Resoluções 001/86 e 237/97 do Conama, preconizam que essa fase deve estar contemplada no EIA/RIMA, ficando o minerador comprometido com a recuperação. Como a gipsita é um mineral não-metálico de uso imediato na construção civil, a sua mineração foi favorecida pela Resolução Conama 010/90, que dispensa esses documentos e exige somente o relatório de Controle Ambiental – RCA, estabelecido sob as diretrizes do órgão ambiental estadual, ou seja, a CPRH.

Vale salientar, que, na maioria dos casos, a recuperação ambiental da área minerada não é realizada concomitantemente com o avanço da lavra, deixando-se para depois. Deve ser destacado, que algumas medidas de recuperação são praticadas por poucas mineradoras e algumas sequer chegam a isolar ou fechar a mina.

Do ponto de vista econômico, aconselha-se que a recuperação seja feita ao mesmo tempo em que se desenvolve a lavra, ou seja, no avanço da frente de lavra, a área minerada já deve ser alvo de ações de recuperação, reabilitação e/ou restauração.

O acesso à maior parte das minas paralisadas foi negado, visto que as propriedades continuam nas mãos dos

mineradores. Em muitos casos, essas minas estão temporariamente paralisadas e a mercê de seus donos, que de acordo com a situação de mercado, poderão vir a reativá-las.

Um caso comum, é que muitas dessas minas por estarem nas mãos de um só grupo produzem descontinuamente, pois a situação de grupamento mineiro lhes dá essa prerrogativa, aumentando o tempo de vida útil da mina; em contrapartida, essa forma de agir contamina o minério (diluição) e o meio natural, produzindo impactos ambientais. Os Grupos Votorantin, Nassau e Lafarge, possuem essa condição de grupamento, não tendo maiores cuidados porque a maior parte do minério é destinada à fabricação de cimento, que não necessita de gipsita de boa qualidade, podendo conter impurezas e ser diluída. Nos últimos anos, observa-se um novo direcionamento nesse tipo de produção, que é o fato desses grupos terem passado a ofertar gipsita para as calcinadoras. Mesmo assim, ainda há muitas minas de seus domínios que estão paralisadas.

Na maior parte das minas paralisadas quase não houve algum tipo de medida de recuperação, realizando-se apenas o fechamento da mina com o estéril, sem a recomposição da topografia, sem o uso das práticas de revegetação e reflorestamento. Ainda, deveria ter sido feito o controle e

monitoramento das condições ambientais e devolução do sítio lavrado à comunidade, com a reabilitação das áreas degradadas - como preconizam os manuais técnicos, a constituição federal e a legislação ambiental do país.

### **O Ambiente de Trabalho e as Funções nas Minas e Calcinadoras**

No início da presente década, entre 2000 e 2004, na maior parte das minas e calcinadoras, o trabalho era bastante rústico e até insalubre. Em algumas dessas empresas, são crescentes os problemas de saúde laboral. Acostumados ao sofrimento pela seca, sede e fome, os operários também se conformam com as doenças provocadas pelas severas condições nas minas e pelo pó-de-gesso; o pulmão pode sofrer seqüelas na sua parca acepção do que seja qualidade de vida, mas o estômago não pode ficar vazio; a falta de conhecimento e de informações são fatores que perpetuam a situação.

É comum a possibilidade de inalação de fumaça, poeira e gases nas unidades calcinadoras, principalmente naquelas em que a mudança tecnológica não foi verificada. A troca de fornos rudimentares por outros mais eficientes e menos poluentes, foi conseqüência da necessidade de aumentar a capacidade produtiva, principalmente das grandes empresas;

contudo, a maior parte das calcinadoras não opera com fornos desse tipo.

### **As Funções nas Minas**

Quanto às condições de trabalho, em meados da década de 1990, a indústria extrativa de gipsita encontrava-se em condições comparáveis às observadas nos países europeus do século XVIII, quando estavam no início da Revolução Industrial. Essa situação foi relatada por Jacó et al (1996, p. 01), que descreveu tais condições da seguinte forma:

*Apesar de estarmos às portas do terceiro milênio, o parque industrial gesseiro do Araripe apresenta um perfil, do ponto de vista da saúde ocupacional, pior do que os observados nas indústrias européias na primeira metade do século XVIII. Para se ter uma idéia da situação, basta sabermos que há, na região, 39 minas, sendo 23 em atividade e 16 paralisadas, 47 calcinadoras, 125 fábricas de pré-moldados, absorvendo cerca de 2.500 operários. Não há no quadro dessas empresas, médico de trabalho, engenheiro de segurança ou enfermeiro do trabalho. Nos últimos dois anos, apenas uma empresa contratou um técnico de segurança.*

Ao longo dos últimos anos, houve melhoras nas condições de trabalho no Pólo Gesseiro do Araripe. Entretanto, persistem problemas de todas as ordens, pois as condições severas podem ser minimizadas, mas não anuladas,

sobretudo, devido ao maquinário e ao modo de produzir. Isso afeta, sobremaneira, o operário e a população do entorno ou área de influência das minas.

Nos grandes grupos empresariais há melhores condições de trabalho, principalmente naqueles que já possuem ou buscam melhorar sua certificação de qualidade no âmbito internacional, como são os casos de algumas empresas de maior porte. Outras ainda estão buscando essa certificação e modernizando seu parque de produção, seja na mina ou na unidade de calcinação.

Nas minas, as funções principais são exercidas muitas vezes por pessoas sem qualificação. Entre as principais funções, destacam-se aquelas que estão diretamente ligadas ao trabalho na mina e interior da cava, como marleteiros, serviços gerais, marroeiros, operadores de máquinas, entre outros. Estas e outras funções são enumeradas e descritas no Quadro VI.

### **As Funções nas Calcinadoras**

A calcinação é uma atividade que exige um contingente considerável de trabalhadores, sendo geralmente necessário algum que disponha de conhecimentos para operar as fornalhas, fazer o carregamento dos fornos, controlar o tempo da fornada, entre outras etapas. No entanto, nem sempre se observa essa necessidade de qualificação, porque os

operadores de máquinas e equipamentos aprendem no dia-a-dia, na prática, com os demais operários que têm mais tempo de serviço.

As funções existentes nas calcinadoras do Pólo Gesseiro do Araripe são: encarregado de produção, forneiro, serviços gerais e outros. Evidentemente, essa divisão do trabalho é meramente representativa, pois muitas vezes não há um controle maior de funções, porque a necessidade de manter as máquinas em operação é mais importante do que a divisão do trabalho, havendo, assim, uma rotatividade da mão-de-obra nas funções. A seguir apresenta-se no Quadro VII uma síntese das atividades realizadas por esses trabalhadores.

Muitas dessas funções são ocupadas por trabalhadores da agropecuária, que na época da entressafra ficam temporariamente sem trabalho; dessa forma, correm para qualquer tipo de ocupação, sendo mais comum para a calcinação ou fábricas de placas e pré-moldados. Aliás, essa é uma característica de quase todo o Sertão nordestino; quando uma cultura está na entressafra, há uma movimentação de trabalhadores para outro setor ou para outra cultura na região, até mesmo outra região próxima, que apresente alguma atividade econômica de maior dinamismo e possa absorver parte dessa mão-de-obra.

A grande rotatividade não permite quantificar com exatidão a mão-de-obra ocupada na indústria extrativa-mineral do Pólo Gesseiro. Há trabalhadores temporários que não possuem o benefício

da carteira assinada e/ou são ditos ‘terceirizados’, o que é uma prática para sonegar os direitos trabalhistas e baratear os custos com operários.

Quadro VI – As Funções nas Minas.

<b>Cargo /Função</b>	<b>Atividades Praticadas</b>
Serviços gerais	Limpar o mato, destocar troncos de árvores, fazer limpezas diversas e do terreno, auxiliar o blaster e carregar caminhões (manualmente).
Marroeiros	Quebrar pedras com marretas, selecionar os blocos ou matacões, etc.
Marteleteiros	Operar os marteletes contra a bancada, direcionar a broca para perfuração, auxiliar o blaster no carregamento dos furos e desmontar fogos falhados.
Operador de máquinas	Operar máquinas no decapeamento, desmonte, carregamento e transporte interno na mina.
Motorista de caminhões	Transportar o estéril e o minério, no interior e pátio da mina e para a unidade de calcinação.
Encarregado do desmonte	Fazer o carregamento dos furos com explosivos, evacuar a área, detonar a carga e comandar a equipe de detonação.
Geólogo	Delimitar a área e racionalizar as etapas de produção e escolha dos setores com maior teor de minério. Esse profissional pode ser encarregado das atividades, tanto na parte técnica como na administração.
Engenheiro de Minas	Idem ao anterior. Além dessas etapas supracitadas, esses ocupam, muitas vezes, a função de gerência operacional e de produção.
Encarregado de Produção (Gerente)	Gerenciar todas as atividades de produção, vendas e administrativas. Algumas mineradoras não possuem geólogos ou engenheiros de minas, que só fazem o trabalho preliminar de definir a área a ser explorada e depois um trabalhador mais antigo, com ‘certa experiência no trabalho’, assume a função de encarregado. Também pode ser um profissional de nível superior (administrador ou geólogo/engenheiro de minas).
Técnico em mineração	Exercer o controle de qualidade e supervisão da produção. Algumas mineradoras utilizam esses técnicos para o serviço na boca da mina, como na parte laboratorial nas calcinadoras, realizando diversas operações. Em algumas empresas, chega até mesmo a assumir a função de gerência/administração. Algumas mineradoras podem ter os dois profissionais acima ou só um deles.

Fonte: Elaborado pelo autor. Baseado em entrevistas e observações de campo.

## QUADRO VII – Funções numa Calcinadora.

<b>Cargo</b>	<b>Função/ Atividades Realizadas</b>
Calcinador	Carregar o forno, supervisionar todo o processo de descarregamento, quando o produto estiver no seu ponto de calcinação.
Foguista ou forneiro	Abastecer o forno com óleo ou lenha, preparar o aquecimento do óleo, acender os maçaricos e regular a chama (óleo PBF); supervisionar o processo de calcinação (queima da lenha ou do óleo).
Balanceteiro	Acionar os botões elétricos e colocar os sacos na balança, desligar os botões, retirar os sacos após o enchimento, etc.
Carregadores	Carregar os sacos e transportar para o estoque, carregar e enlonar caminhões, etc.
Gerente	Realizar os trabalhos de escritório como contabilizar a produção, supervisionar a expedição e o trabalho dos funcionários.
Secretárias (os)	Executar os serviços comerciais; auxiliar o gerente nas suas atividades de vendas, expedição e compras de produtos, entre outros.

Fonte: Elaborado pelo autor, com base entrevistas, observações de campo e em JACÓ et al (1996).

Nas calcinadoras os problemas de poluição são bastante difíceis de controlar, visto que a maior parte delas trabalha com fornos rudimentares e altamente poluentes. A poluição mais visível nas calcinadoras é a proveniente da emissão de gases e particulados no ar. Os diversos combustíveis utilizados para a calcinação - lenha, óleo, coque e gás -, na queima, produzem compostos que são lançados diretamente no ar sem que passe por um filtro. Entrevistados sobre o uso de filtros nas chaminés das calcinadoras, muitos empresários revelaram desconhecer o produto ou disseram que são muito caros e/ou desnecessários, porque o órgão

ambiental não exigia tal medida (Quadro VIII).

Devemos salientar que durante os anos que se seguiram a pesquisa de campo, 2000 a 2004, a ação do estado através de seus órgãos de controle dos problemas ambientais, Companhia Pernambucana de Meio Ambiente - CPRH e ações do IBAMA, foram mais eficazes exigindo ações e parcerias com o Sindicato das Indústrias do Gesso - SINDUGESSO no sentido de que suas empresas associadas adotassem maiores cuidados com o meio ambiente, o que teve reflexos que consideramos significativos.

Quadro VIII – Fontes de Poluentes nas Unidades Calcinadoras e Seus Impactos

Fontes	Equipamentos/ Máquinas	Meio Impactado (Local e Áreas de Influência)	Sumário de Impactos ou Alterações do Ambiente
Fixas	Britador Balança Moinho Correias transportadoras Roscas elevatórias Silos de armazenagem	FÍSICO Ar, água e solo  BIOLÓGICO Flora e fauna  SOCIAL Homem	Processos de britagem, moagem e transporte por meio de máquinas geram particulados finos, são lançados no ar e aí permanecem, sendo carregados pelas correntes aéreas, atingindo grandes distâncias e extensão espacial. Como conseqüências mais importantes citam-se a contaminação do ar, do solo, do ambiente e dos trabalhadores, através dos pulmões, o que pode gerar silicose, entre outras doenças respiratórias. Produção de ruído e condições de audibilidade comprometida nas pessoas que trabalham nas proximidades das máquinas. Quando os particulados se depositam no solo pode ocorrer a sulfurização, ou seja, a contaminação por enxofre e seus compostos, aumentando o teor desses elementos.
	Fornos	FÍSICO Ar, água, solo  BIOLÓGICO Flora e fauna  SOCIAL Homem	O processo de calcinação emite considerável quantidade de particulados, poeiras, cinzas e gases, gerando líquidos nocivos ao meio ambiente, que muitas vezes ficam impregnados nas engrenagens dos fornos. O grau de poluição depende do tipo de forno; de acordo com o alcance dos poluentes, as áreas afetadas sofrem processos de sulfurização do solo e da água, aumento do pH, entre outros. Geração de calor (poluição térmica) e ruído, a utilização de combustíveis nas fornalhas gera gases como CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , compostos de enxofre e carbono nocivos ao homem e ao meio – flora e fauna.
Móveis	Caminhões, vagonetes, empilhadeiras e outros.	FÍSICO Ar, solo,  BIOLÓGICO Flora e fauna  SOCIAL Homem	Emissão de poeiras do solo, gases de combustão e queda do material transportado. Contaminação do ar pela queima de combustíveis e emissão de poeiras do material transportado.

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em observações e pesquisa de campo (visitas às calcinadoras).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A exploração de recursos pela sociedade implica em mudanças significativas ou alterações no meio ambiente (englobando o meio físico-biológico e sócio-econômico), de modo que esta intervenção será responsável por processos naturais diferentes da situação inicial nas condições sócio-ambientais de uma determinada área. As ações humanas geram uma nova dinâmica no meio ambiente e, por isso, devem ser planejadas com o objetivo de controlar e mitigar os impactos negativos não desejados.

As atividades humanas são modificadoras do meio ambiente, causando assim, um impacto, que pode ser medido e disto resulta a avaliação de impacto ambiental (AIA). Este instrumento de controle dos impactos deve ser adotado, tendo em vista o paradigma do desenvolvimento sustentável, almejado pela sociedade mundial e pela Política Nacional de Meio Ambiente. Sob este modelo de desenvolvimento, a conservação da natureza representa a sua utilização de forma racional e planejada, permitindo a produtividade dos ecossistemas e a manutenção do ciclo dos recursos renováveis e uso sustentável dos não-renováveis.

Na área estudada, observa-se que muito pouco foi feito em termos de aplicação de uma política voltada à conservação dos recursos naturais. Os resultados apontaram nessa direção e os problemas ambientais gerados pela mineração precisam ser corrigidos. Tais problemas geram condições adversas para a qualidade de vida das comunidades envolvidas na atividade e, em médio e longo prazo, os problemas podem se tornar ainda mais graves. Situação que gera a necessidade de uma revisão do modo de exploração vigente para que se corrijam tais problemas e sejam tomadas medidas eficientes na produção econômica, na conservação e proteção do meio ambiente.

Enfim devemos salientar que não é só a mineração que gera impactos ambientais negativos no Pólo Gesseiro do Araripe, uma vez que outras atividades como a agropecuária também é responsável por queimadas, desmatamentos, erosão dos solos e impactos sobre os recursos hídricos, que alteram o meio ambiente e a qualidade de vida dos habitantes dessa região.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHAVES, Arthur P. **Teoria e prática do tratamento de minérios**. São Paulo: Signus Editora, 1996. Vol. 1. 235 p.

CETEM - Centro de Tecnologia Mineral.  
**Gesso – Mineração São Jorge.**/Adão Benvindo da Luz, Carlos Adolpho M. Baltar, Erick José G. de Freitas e Ana Paula da Silva. Rio de Janeiro: CETEM/Coordenação de Inovação Tecnológica – CTEC, Dez. 2002. (CT2002-179-00 - Comunicação Técnica elaborada para o Livro Usina de Beneficiamento de Minérios do Brasil).

DNPM - DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Código de Mineração.** Brasília: DNPM, 2001b. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/codigo/> texto completo>. Acesso em: 21 de ago. 2001.

\_\_\_\_\_. **Sumário Mineral 2009.** Brasília: DNPM, vol. 29, jun. 2010. Disponível em: [https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra\\_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=4544](https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=4544). Acesso em: 03 ago. 2011.

FORNASARI FILHO, Nilton et al. **Alterações no meio físico decorrentes de obras de engenharia.** São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1992. (IPT – Publicação, 1972; Boletim, 61). 165 p.

IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração. **Mineração e Meio Ambiente.** Brasília: IBRAM/ Comissão Técnica de Meio Ambiente/ Grupo de Trabalho de Redação, 1992. 126 p.

ITGE - INSTITUTO TECNOLÓGICO Y GEO-MINERO DE ESPAÑA. **Manual de Restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería.** Madrid: ITGE/EPM, 1989. 332 p.

JACÓ, Salomão M.; ARAÚJO, Ledson M.; SOUZA FILHO, José da C. **Diagnóstico das condições de trabalho no Pólo Gesseiro do Araripe.** Araripina-PE: (os autores), 1996. CEDAS – Centro São Camilo de Desenvolvimento em Administração da Saúde. (monografia de especialização em Medicina do Trabalho). 59 p. il. e anexos (inédito).

MACHADO, Iran F. **Recursos Minerais: Política e Sociedade.** São Paulo: Edgard Blücher, 1989. 410 p.

MME – Ministério das Minas e Energia. **Perfil da Gipsita.** Brasil: MME, Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral - SGM, set. de 2009. Relatório Técnico 34. Disponível: [http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano\\_duo\\_decenal/a\\_mineracao\\_brasileira/P24\\_RT34\\_Perfil\\_da\\_Gipsita.pdf](http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano_duo_decenal/a_mineracao_brasileira/P24_RT34_Perfil_da_Gipsita.pdf). Acesso em: 12 ago. 2011.

PERES, L.; BENACHOUR, M.; SANTOS, V. A. dos. **O gesso: produção e sua utilização na construção civil.** Recife: Bagaço, 2001. 166 p.