

DIAGNÓSTICO DO PÓLO GESSEIRO DE PERNAMBUCO (BRASIL) COM ÊNFASE NA PRODUÇÃO DE GIPSITA PARA FABRICAÇÃO DE CIMENTO

Carlos Adolpho Magalhães Baltar⁽¹⁾; Flávia de Freitas Bastos⁽¹⁾;

Adão Benvindo da Luz⁽²⁾

(1) Universidade Federal de Pernambuco. Departamento de Engenharia de Minas. Rua Acadêmico Hélio Ramos, s/n, CTG/UFPE CEP 50740-530, Cidade Universitária. Recife-PE, Brasil

camb@ufpe.br; flaviaf.bastos@zipmail.com.br

(2) Centro de Tecnologia Mineral – CETEM/MCT. Av. Ipê, 900. CEP 21941-590. Ilha da Cidade Universitária. Rio de Janeiro-RJ, Brasil

ALUZ@cetem.gov.br

Palavras Chaves: gipsita; pólo gesso de Pernambuco; aditivos na fabricação de cimento; retardador de tempo de pega.

RESUMO

O mineral gipsita é um diidrato do sulfato de cálcio ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) amplamente utilizado na fabricação de cimento, onde é adicionado ao clínquer com finalidade de aumentar o *tempo de pega* do produto.

A região do Araripe, sertão do estado de Pernambuco, possui abundantes reservas de gipsita as quais são consideradas como as de melhor qualidade no mundo, devido ao elevado teor de pureza do minério. O chamado Pólo Gesso de Pernambuco é responsável pela produção de cerca de 1,45 milhões de toneladas de gipsita, representando 89% da produção brasileira. Cerca de 33% da produção de gipsita do pólo gesso é destinada ao uso cimenteiro, abastecendo as fabricas da região nordeste do Brasil, responsáveis por 19,3% da produção nacional de cimento.

O trabalho apresenta um diagnóstico do pólo gesso de Pernambuco, principal centro produtor de gipsita e gesso no Brasil e apresenta as fontes de SO_3 utilizadas nas fábricas de cimento no Brasil.

INTRODUÇÃO

O sulfato de cálcio ocorre na natureza, principalmente, sob as formas de anidrita (CaSO_4) e gipsita ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Essas espécies minerais são encontradas em depósitos evaporíticos originados de antigos oceanos. A formação geológica desses depósitos é explicada pela ocorrência de precipitação, seguida de evaporação e, conseqüente, concentração dos sais (Jorgensen, 1994).

Enquanto a anidrita desperta pouco interesse econômico (Kebel, 1994), a gipsita apresenta uma grande diversidade de opções de aproveitamento industrial, podendo ser utilizada na forma natural ou calcinada. A forma natural da gipsita é amplamente utilizada na fabricação de cimento *portland* e na agricultura. Na indústria cimenteira a gipsita é adicionada ao *clínquer* durante a moagem, na proporção de 2% a 5%, para retardar o tempo de pega do cimento. Na agricultura, a gipsita pode atuar como: (1) agente corretivo de solos ácidos, como fonte de cálcio; (2) como fertilizante em culturas específicas como amendoim, batatas, legumes e algodão e (3) como condicionador de solos, aumentando a permeabilidade, a aeração, a drenagem, a penetração e retenção da água (Velho, et. al., 1998).

No ano de 2002, a produção brasileira de gipsita foi de aproximadamente 1,63 milhões de toneladas, que representa 1,56% da produção mundial (Tabela 1). Cerca de 45% do minério obtido foi comercializado na forma de gipsita natural (Tabela 2), sendo 33% para fabricação de cimento e 12% para uso agrícola (DNPM, 2003).

Tabela 1 – Produção brasileira de gipsita em comparação com os principais países produtores no ano de 2002 (DNPM, 2003).

PAÍS	PRODUÇÃO (10^3 t)	DISTRIBUIÇÃO (%)
Estados Unidos	16.100	15,39
Írã	11.000	10,51
Canadá	8.600	8,22
Espanha	7.500	7,17
Brasil	1.633	1,56

O minério da região do Araripe é considerado o de melhor qualidade no mundo, apresentando um teor que varia de 88% a 98% de pureza. Nesse minério, observa-se a ocorrência de diferentes variedades mineralógicas de gipsita, conhecidas na região com os nomes de: *cocadinha*, *rapadura*, *pedra Johnson*, *estrelinha*, *alabastro* e *selenita*, além da anidrita. A utilização de cada uma dessas variedades depende da utilização industrial a que se destina (Baltar et al., 2004). As espécies *alabastro*, *selenita* e anidrita são utilizadas na fabricação de cimento.

Tabela 2 – Distribuição da produção brasileira de gipsita em 2002 (DNPM, 2003).

SETOR INDUSTRIAL	DISTRIBUIÇÃO (%)
Produção de gesso	55
Fabricação de cimento	33
Uso agrícola	12

O trabalho tem por objetivo apresentar um diagnóstico do chamado pólo gesseiro de Pernambuco, dando ênfase à produção e uso da gipsita na indústria cimenteira.

O PÓLO GESSEIRO DE PERNAMBUCO

O Brasil possui reservas abundantes de gipsita, estimadas em 1,2 milhões de toneladas, distribuídas principalmente nos estados da Bahia, Pará e Pernambuco (Tabela 1). O estado de Pernambuco possui 18% das reservas, mas é responsável por 89% da produção nacional de gipsita (DNPM, 2003). Isto se deve às condições de aproveitamento econômico mais favoráveis das jazidas localizadas na região do Araripe (Figura 1). A região está localizada no epicentro do semi-árido brasileiro, no extremo oeste do estado, a cerca de 680 Km da capital Recife, região nordeste do país.

Os principais fatores que contribuem pelo interesse no aproveitamento do minério do Araripe são: (1) condições favoráveis de mineração (relação estéril/minério e geomorfologia da jazida); (2) elevada pureza do minério (considerado o de melhor qualidade no mundo com teor médio de pureza em torno de 95%) e (3) melhor localização, se comparado ao minério do estado do Pará. O pólo gesseiro fica situado na fronteira dos estados de Pernambuco, Ceará e Piauí, ou seja, a um raio de cerca de 700 Km encontram-se 8 capitais de estado (Salvador, Aracajú, Maceió, Recife, João Pessoa, Natal, Fortaleza e Teresina) e 8 importantes portos (Salvador, Aratú, Recife, Suape, Mucuripe, Pecém, Itaquí e Ponta da Madeira).

As jazidas de Pernambuco estão inseridas em domínios da Formação Santana, do Cretáceo Inferior, formada por siltitos, margas, calcários, folhelhos e intercalações de gipsita. O minério é constituído, basicamente, por gipsita, esmectitas e outras argilas e apresenta uma densidade "in situ" de $2,3 \text{ t.m}^{-3}$ (Luz et al., 2001). A gipsita ocorre sob a forma de duas camadas, sendo a superior mais potente. A relação estéril/minério média é de 1:5.

O método para extração do minério empregado na região é a lavra a céu aberto (*open pit*), através de bancadas simples com altura média em torno de 15 metros (Figura 2), utilizando-se equipamentos como: rompedores hidráulicos, marteletores hidráulicos, *vagon drill*, tratores de esteira e pás mecânicas (Peres et al., 2001). As atividades na lavra envolvem as seguintes operações principais: decapeamento, perfuração, carregamento de explosivos, desmonte, fragmentação de blocos e carregamento/transporte (Luz et al., 2001).



Figura 1 – Localização do pólo gesseiro do Araripe, no extremo oeste do estado de Pernambuco.



Figura 2 – Frente de lavra da Mineradora São Jorge no Pólo Gesseiro de Pernambuco.

O beneficiamento da gipsita para a produção de gesso, na região do Araripe, envolve as seguintes operações: (1) catação manual; (2) britagem; (3) rebritagem; (4) peneiramento (usado apenas em algumas empresas); (5) encilamento; (6) calcinação; (7) estabilização térmica em silos; (8) moagem (de acordo com as especificações de mercado para o produto); (9) encilamento e (10) ensacamento. Na etapa inicial de cominuição, em geral, são utilizados britadores de mandíbula e moinhos de martelo. Em alguns casos, a britagem é realizada em dois estágios em circuito fechado com peneiras vibratórias a seco. O produto resultante das operações de cominuição deve apresentar uma

distribuição granulométrica uniforme a fim de possibilitar uma desidratação por igual para as partículas de gipsita.



Figura 3 – Pátio de catação manual da gipsita em uma das empresas produtoras de gipsita no pólo gessoiro de Pernambuco.

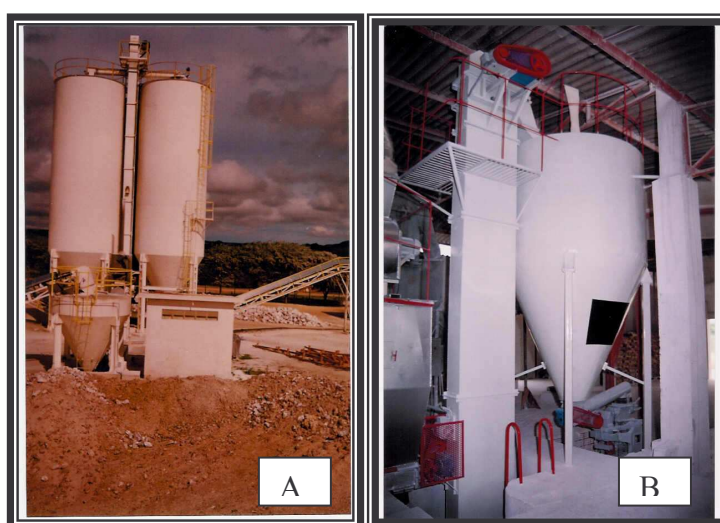


Figura 4 – Etapas de encilamento da gipsita rebitada a 5mm para alimentação dos fornos de calcinação (A) e do produto calcinado e moído (B).

Na região são encontrados cerca de 400 fornos em atividades (Bastos e Baltar, 2003). Os tipos mais usados são os denominados: panela, marmita vertical, marmita horizontal (Figura 5) e o rotativo de queima indireta. Além desses fornos, que proporcionam uma calcinação sob pressão atmosférica, há fornos do tipo autoclave que são usados na produção do gesso alfa.

Dependendo do processo de calcinação da gipsita obtêm-se as variedades de hemidrato conhecidas como gesso beta e gesso alfa, respectivamente, ambas com uma ampla variedade de aplicações

industriais. O gesso alfa apresenta uma menor demanda de água para formação da pasta, resultando em produtos de melhor qualidade.

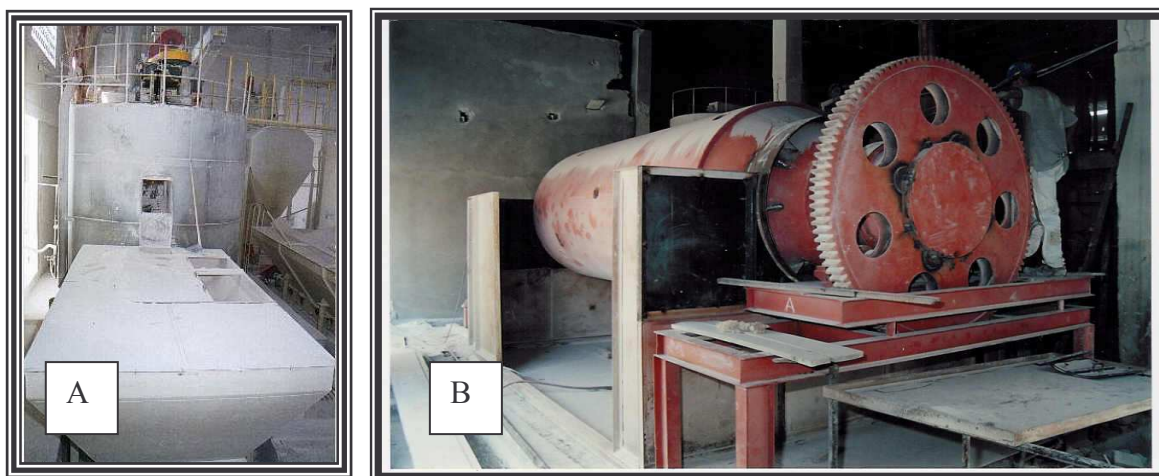


Figura 5 – Fornos utilizados na produção do gesso beta: marmitta vertical (A) e marmitta horizontal (B).

O hemidrato beta é utilizado na indústria da construção civil, indústria cerâmica e indústria de modelagem. Dentre os tipos de gesso beta, destacam-se os de fundição e os de revestimento manual, sendo ambos produzidos no Brasil sem a adição de aditivos químicos. Esses produtos são diferenciados pelo tempo de pega, definido como o tempo necessário para que o gesso (ao ser misturado com a água) complete seu ciclo de endurecimento. O tempo de pega do produto é manipulado através do processo de calcinação.

O gesso de fundição é utilizado para a confecção de pré-moldados de gesso, estando compreendido nesse grupo as placas para execução de forros suspensos e os blocos para divisórias, destinados à construção civil ou para confecção de elementos decorativos como estatuetas e imagens.

O gesso de revestimento de aplicação manual é utilizado para paredes e tetos, geralmente em substituição de rebocos e/ou massas para acabamento. O gesso de revestimento necessita atingir um grau de calcinação maior do que o gesso de fundição. A maior desidratação da gipsita reduz a velocidade de re-hidratação do gesso, segundo estágio do ciclo de endurecimento, aumentando o seu tempo de pega (Baltar et. al., 2004).

A partir dos gessos de fundição e de revestimento, as empresas do Pólo Gesseiro do Araripe produzem outros tipos de gessos para aplicações específicas: (a) Gesso Cola – para rejunte de premoldados em gesso; (b) Gesso de Revestimento Projetado – para aplicação mecanizada de revestimento de parede; (c) Gesso com pega retardada – para aplicação de revestimento manual; (d) Gesso Contra-Piso Autonivelante; Gesso Cerâmico – fabricação de moldes para a indústria cerâmica; (e) Gesso Giz – utilizado nas salas de aulas em escolas, entre outros. Em cada caso, o processo envolve o uso de aditivos (agregados, produtos químicos, corantes, etc.).

O hemidrato alfa, obtido com a calcinação em autoclave, passa por uma modificação na estrutura cristalina do gesso resultando em um produto mais homogêneo. Como consequência, após a mistura com água, obtém-se um produto com maior resistência mecânica e menor consistência. Essa última característica possibilita a trabalhabilidade da mistura com uma menor relação água/gesso. O gesso alfa é caracterizado por apresentar cristais compactos, regulares e resistentes. Dentre as principais utilizações do gesso alfa estão: (1) bandagens de alta resistência; (2) matrizes para indústria cerâmica; (3) indústria de modelagem (usados por artistas plásticos); (4) ortopedia; (5) odontologia e (6) indústria automobilística. O gesso odontológico pode ser do tipo III ou do tipo IV. Esse último, um produto mais nobre, obtido a partir de aditivos e que se caracteriza por uma menor consistência, maior resistência mecânica e menor expansão.

A fabricação de cada uma dessas variedades de gesso requer condições específicas com relação ao tipo de gipsita, tipo de forno, condições de calcinação e tratamento posterior (Baltar et. al., 2004)..

O pólo gesseiro de Pernambuco é formado por 47 minas, 80 unidades industriais de calcinação e 234 indústrias de pré-moldado, constituindo-se no principal centro produtor de gesso e gipsita bruta do país. A região do Araripe dispõe de uma razoável rede de rodovias (a maioria pavimentada) e um elevado índice de eletrificação rural.

VARIEDADES MINERALÓGICAS DA GIPSITA NAS JAZIDAS DO ARARIPE

No pólo gesseiro de Pernambuco ocorrem diferentes variedades mineralógicas, conhecidas na região com os nomes de:

- (1) *cocadinha* (Figura 6-A), um tipo de gipsita estratificada com raros filmes de argila verde;
- (2) *rapadura*, variedade estratificada que apresenta filmes milimétricos de argila verde;
- (3) *pedra Johnson* (Figura 6-B), variedade mais pura, com a coloração variando de branco a creme e que caracteriza-se por apresentar uma estrutura com “nódulos” e “estrelas”;
- (4) *estrelinha*, gipsita que apresenta cristais radiados em forma de estrela;
- (5) alabastro (Figura 7-A), variedade maciça e transparente, muito usado em esculturas. Tipo que caracteriza-se por apresentar problemas na calcinação devido ao seu caráter fibroso que promove anisotropia;
- (6) selenita, variedade placosa, incolor e transparente (Figura 6-C).

Há ainda um material que ocorre formando uma mistura de alabastro e argila, conhecido com a denominação de *boró* (Borges, et al., 2002). Além dessas variedades, encontra-se também a anidrita (Figura 7B).

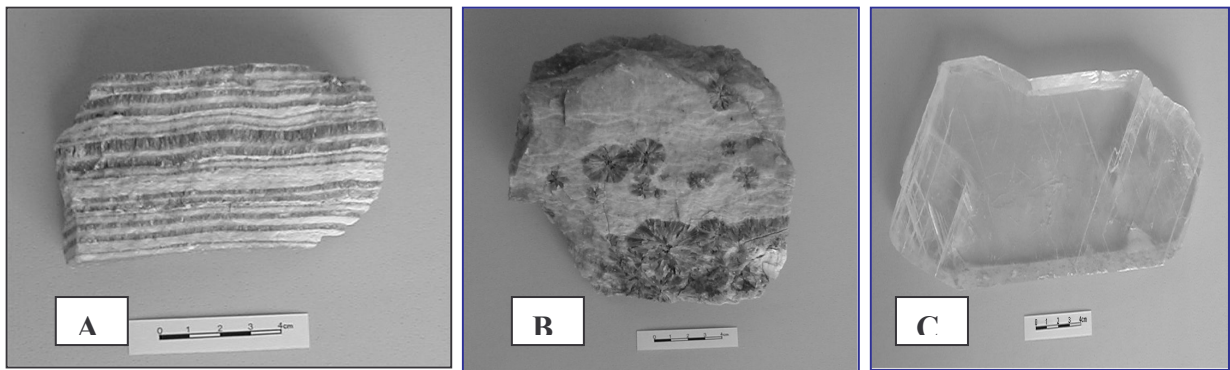


Figura 6 – Variedades de gipsita utilizadas na fabricação dos diferentes tipos de gesso: *cocadinha* (A); *Johnson + estrelinha* (B) e *selenita* (C), conforme Borges, et al. (2002).

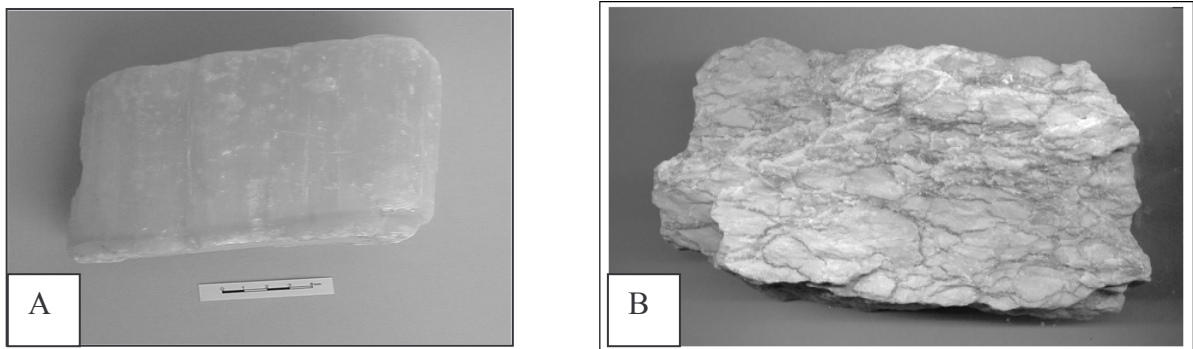


Figura 7 – Amostras de alabastro (A) e anidrita (B) encontradas nas jazidas de gipsita da região do Araripe, espécies utilizadas na fabricação de cimento.

A utilização de cada uma desses tipos de gipsita depende do produto que a que se destina. As variedades *cocadinha*, *rapadura* e *estrelinha* são utilizadas na produção do gesso beta. A *pedra Johnson*, mais pura, é usada na produção do gesso alfa. Enquanto os tipos *alabastro*, *boró* e *anidrita* são utilizados na fabricação de cimento ou na agricultura. A *selenita* é usada em polarizadores.

A GIPSITA NA FABRICAÇÃO DO CIMENTO

Em 2002, o Brasil produziu 38 milhões de toneladas de cimento, o que representa 2,2% da produção mundial. Com essa produção, o Brasil ocupa a 9ª posição entre os países produtores de cimento no mundo (DNPM, 2003). Metade da produção brasileira de cimento concentra-se na região Sudeste (Tabela 1).

A gipsita é utilizada na fabricação de cimento como fonte de SO_3 , sendo misturada ao clínquer com a função de retardar o tempo de pega do cimento portland. A quantidade de gipsita adicionada é função do teor de enxofre existente no calcário e no combustível utilizado na calcinação do clínquer. Nas fábricas de cimento da região utiliza-se a gipsita na proporção de 2 a 5% em peso. No Brasil, as

indústrias cimenteiras exigem um minério com um mínimo de 36% de SO₃ e a ausência de impurezas que possam interferir no tempo de pega.

Tabela 1 – Distribuição da produção de cimento no Brasil, em 2002, de acordo com as regiões geográficas do país (DNPM, 2003).

REGIÃO	PRODUÇÃO, (%)
Sudeste	50,8
Nordeste	19,3
Sul	16,3
Centro-Oeste	10,5
Norte	3,1

Da produção de gipsita do pólo gesseiro de Pernambuco em 2002 (1,5 milhões de toneladas), cerca de 500 mil toneladas foram consumidas pelas fábricas de cimento da região nordeste. Para esse uso industrial, utilizam-se as variedades alabastro, boró e anidrita (Figura 7). Algumas empresas da região nordeste têm utilizado uma mistura formada por gipsita natural e gesso reciclado a partir de resíduos cerâmicos na proporção de 3:1.

No entanto, o consumo de gipsita para fabricação de cimento é restrita à região nordeste, exceto no caso da produção de cimentos especiais. Isso se deve ao elevado custo do frete motivado pela grande distância que separa o pólo gesseiro de Pernambuco das fábricas de cimento de outras regiões do país.

Nas fábricas de cimento das regiões sul e sudeste a gipsita natural é substituída pelo fosfogesso, um subproduto obtido nos processos de produção de ácido fosfórico nas indústrias de fertilizantes fosfatados. Algumas empresas da região sudeste utilizam o sulfato de sódio proveniente das salmouras obtidas em salinas.

CONCLUSÃO

O pólo gesseiro de Pernambuco é o principal centro produtor de gipsita e gesso de Pernambuco, com as jazidas apresentando minério com pureza de 95% em média. Cerca de 33% da produção de gipsita do pólo é utilizada pelas fábricas de cimento da região nordeste.

O custo do frete inviabiliza o uso da gipsita do Araripe nas fábricas de cimento de outras regiões do Brasil. Nessas regiões distantes, o fosfogesso e o sulfato de cálcio obtido em salinas são utilizados como substitutos da gipsita natural.

BIBLIOGRAFIA REFERENCIADA

- BALTAR, C.A.M.; BASTOS, F.F.;** BORGES, L.E.P. Variedades mineralógicas e processos utilizados na produção dos diferentes tipos de gesso. In.: Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa, Anais. Florianópolis, 2004.
- BASTOS, F. F.; BALTAR, C.A.M. – Avaliação dos processos de calcinação para produção de gesso Beta. In XLIII CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, A03-059, 2003, Ouro Preto. Anais do Congresso. Minas Gerais: 22 a 26 de setembro de 2003, 329.
- BORGES, L.E.P.; MELO, E.B. de; BARRETO, S. de B.; ASSIS, H.M. de; MENOR, E.N.; BAZANTE, A.L.S. – Caracterização Mineralógica/Cristalográfica da Gipsita do Araripe. In.: XLI Congresso Brasileiro de Geologia, Anais. João Pessoa, 2002, p. 184.
- DANA – HURLBUT. Manual de Mineralogia. Editora da Universidade de São Paulo, 1976.
- DNPM – Departamento Nacional da Produção Mineral. Sumário Mineral. Gipsita. 80-81, 2003.
- JORGENSEN, D.B. Gypsum and anhydrite. In.: Industrial Minerals and Rocks, 6th edition. Carr, D. D. (Editor). Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. Littleton, Colorado (1994).
- KEBEL, H.L. Construction Uses: Gypsum Plasters and Wallboards. In.: Industrial Minerals and Rocks, 6th edition. Carr, D. D. (Editor). Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. Littleton, Colorado (1994).
- LUZ, A.B.; BALTAR, C.A.M.; FREITAS, E.J.G. de; SILVA, A.P. da - Gesso – Mineração São Jorge. In.: **Usinas de Beneficiamento de Minérios do Brasil**, SAMPAIO, J.A.; LUZ, A.B.; e LINS, F. F., CETEM-MCT, Rio de Janeiro, 2001, 240-249.
- PEREZ, L.; BENACHOUR, M.; SANTOS, V.A. dos - **O Gesso: Produção e Utilização na Construção Civil**. Recife: Editora Bagaço, 2001, 156 p.
- VELHO, J.; GOMES, C.; ROMARIZ, C. Minerais Industriais. Universidade de Aveiro, 591p. (1998).