

18. Diatomita

Silvia Cristina Alves França¹

Adão Benvindo da Luz²

Paulo Francisco Inforçati³

1. INTRODUÇÃO

A diatomita é uma matéria-prima mineral de origem sedimentar e biogênica, constituída a partir do acúmulo de carapaças de algas diatomáceas que foram se fossilizando, desde o período pré-cambriano, pelo depósito de sílica sobre a sua estrutura. A fixação desta sílica, pelas algas diatomáceas, está relacionada com o ciclo geoquímico de decomposição das argilas, servindo como parte do material de estrutura para estas algas (Breese,1994).

Algumas das propriedades físicas da diatomita que agregam valor comercial ao produto podem ser exemplificadas, tais como baixa densidade aparente, alta porosidade e área superficial, especiais para o mercado de filtração (Breese, 1994). Outras propriedades não menos importantes também podem ser citadas, como a alta abrasividade, alta capacidade de absorção, inércia química, propriedade isolante e alvura, que também são requeridas em diversas aplicações industriais.

Essas características permitem a utilização da diatomita em diferentes segmentos industriais. No mundo, o uso industrial da diatomita aproxima-se do seguinte perfil: 60% como auxiliar de filtração, 30% como carga funcional e o restante como absorvente, abrasivo e isolante. Como auxiliar de filtração, os principais usos são na purificação de água, clarificação de cerveja, vinho, licor, suco de frutas, refino de açúcar, filtração de produtos farmacêuticos, óleos, ceras, verniz, laquê e diferentes óleos e produtos químicos (Harben e Kuzvart, 1996). Ainda segundo esses autores, os principais usos da diatomita, como carga, são: indústrias de tinta, papel, borracha, pasta de dente, fármacos, polimento etc.

¹ Eng^a Química/UFS, D.Sc. Eng. Química/COPPE-UFRJ, ex-Tecnologista do CETEM, atualmente no MPEG/MCT

² Eng^o de Minas/UFPE, Dr. Engenharia Mineral/USP, Pesquisador Titular do CETEM/MCT

³ Eng^o da CIEMIL

A produção brasileira de diatomita beneficiada e comercializada, no ano de 2003, foi de 6.920 t, sendo metade destinada à carga industrial e metade à filtração. O Estado da Bahia tem se mantido como o principal produtor (87%) de diatomita no Brasil com sua produção usada como auxiliar de filtração (Costa, 2004). O restante da produção brasileira vem do Rio Grande do Norte, empregada como agente de carga. O Ceará deixou de produzir em 2003.

A diatomita produzida no Brasil não tem sido, até hoje, suficiente para atender ao nosso consumo (21 mil t) e, por isto, vem sendo importada do México (77%), Estados Unidos e Argentina (9%). Os principais campos de aplicação de diatomita, no Brasil, são nas indústrias de bebida, açúcar e farmacêutica, como agente de filtração, e na indústria de tinta e verniz, como agente de carga.

2. MINERALOGIA E GEOLOGIA

Além da sílica amorfa, principal constituinte mineral da diatomita, outros componentes podem estar presentes, tais como alumina, ferro, cálcio, magnésio, sódio, potássio, titânio e outros, em menor proporção. Minerais co-depositados, denominados de secundários, são encontrados, com frequência, associados à diatomita: argilas, quartzo, gipsita, mica, calcita e feldspato. Com menor frequência, pode também ocorrer com a diatomita: pirita, enxofre e nódulos de manganês (Breese, 1994). Ainda segundo esse mesmo autor, quando grandes quantidades de impurezas estão associadas à diatomita, existe uma terminologia para descrever esses materiais, por exemplo, se contém muita argila é denominada de terras diatomáceas, se está associada a calcário é denominada de margas diatomáceas etc. Neste caso, os contaminantes afetam, de maneira adversa, as propriedades da diatomita e, por conseqüência, seu valor comercial, a menos que seja adequadamente processada, para remover esses contaminantes. Este é o caso da diatomita de Canavieira, do Estado do Ceará, na qual foi identificada a presença de grãos clásticos de quartzo, em granulometria variada e material de aspecto argiláceo, algumas vezes impregnado de óxido de ferro (Horn e Veiga, 1980 e Horn, 1981).

A diatomita apresenta-se como um material leve, poroso, de estrutura alveolar, que ocorre em terrenos de origem sedimentar, especialmente em zonas de formação lacustre ou marinha. Depósitos marinhos terciários são encontrados na costa do Pacífico e estão associados com intercalações de cinzas vulcânicas, argilas e sedimentos clásticos. Exemplos típicos encontram-se na costa da Califórnia-EUA, México e Peru (Harben e Kuzvat, 1996). A diatomita apresenta-se disposta em camadas delgadas ou espessas, intercaladas por lentes de argilas, em ambientes aquosos fechados e tem, geralmente, como impurezas matéria

orgânica, quartzo, carbonatos de cálcio, magnésio, caulinita, óxidos de ferro, entre outros. Embora ocorra em diversas partes do planeta, não há indícios de depósitos que contenham esse material com alto grau de pureza.

No Brasil, os depósitos de diatomáceas ocorrem na orla marítima, em terrenos de formação lacustre de água doce e são formados de esqueletos silicosos encontrados em profundidades médias de 2 m. Esses depósitos datam da era cenozóica, a partir do período terciário (Souza, 1973) e encontram-se nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Bahia, Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo e Santa Catarina. Na lagoa de Canavieira, município de Pacajus, estado do Ceará, a diatomita ocorre no fundo de lagoas e encontra-se associada a camadas de argilas cauliniticas, areia de quartzo, matéria orgânica e óxidos de ferro (Horn e Veiga, 1980).

Segundo França e Luz (2002), os depósitos de diatomita no Brasil ocorrem também em áreas alagadiças, às margens de rio, como no caso da Mina Ponte, às margens de pequenos afluentes do Rio Paraguaçu, município de Mucugê-BA. A diatomita desta mina ocorre em carapaças de formato navicular (Figura 1).

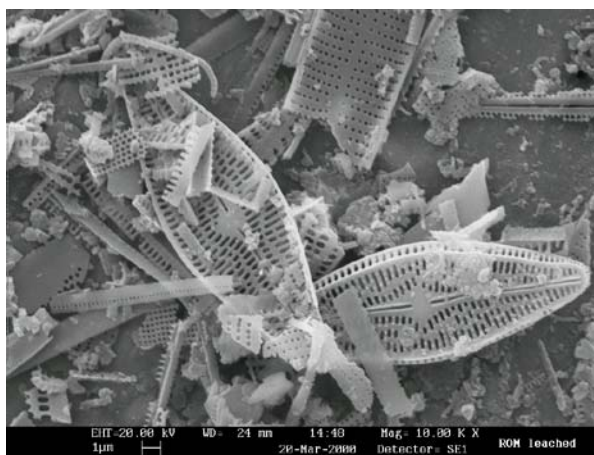


Figura 1: Carapaças de diatomita *in natura* da Mina Ponte - formato navicular.

Os depósitos do estado da Bahia estão localizados no interior do estado, principalmente nos municípios de Vitória da Conquista, Mucugê, Ibicoara e Morro do Chapéu, como pode ser visualizado no mapa da Figura 2. A diatomita da região de Vitória da Conquista é muito densa e contém mais impurezas, do tipo quartzo e material orgânico; já em Ibicoara e Morro do Chapéu, a diatomita apresenta-se mais leve e branca, sendo então empregada para fins industriais mais nobres.



Figura 2: Mapa de localização de depósitos de diatomita na Bahia: (1) Mucugê, (2) Ibicoara, (3) Morro do Chapéu e (4) Vitória da Conquista.

3. LAVRA E PROCESSAMENTO

Normalmente, a lavra da diatomita é feita a céu aberto. Onde a diatomita ocorre em camadas espessas, a lavra é feita em bancadas que variam de 1,5 a 15 m de altura. Os exemplo de lavra subterrânea são poucos e podem ser encontrados na Europa, África do Sul e Ásia; no caso de a diatomita ocorrer em lagos, a lavra é por dragagem. Como a diatomita é um sedimento fácil de quebrar, não é necessário o uso de explosivo e o seu desmonte é feito com o auxílio de pá escavadeira. A diatomita desmontada é carregada em caminhão fora de estrada e transportada para a área de estocagem da diatomita crua, para posterior processamento (Breese, 1994).

A diatomita crua, *in natura*, tem uma umidade que varia de 30 a 60%. Onde o clima é favorável para secagem ao sol, isto pode ser feito antes de submetê-la ao processamento, de forma a reduzir os custos de produção.

No Brasil, onde a diatomita ocorre em lagoas, como é o caso da diatomita do Ceará, a lavra é feita por mergulhadores, com o auxílio de pás. A diatomita retirada abaixo da lâmina d'água é colocada em barças e transportada para a superfície. A seguir, esse material é seco ao sol, antes de ser processado.

No caso da diatomita ocorrer em áreas alagadiças, como é o caso da Mina Ponte, em Mucugê-BA, antes de iniciar a lavra, torna-se necessário o rebaixamento do lençol freático. Observa-se, na frente de lavra, a ocorrência da diatomita em camadas intercaladas de cores diferentes, escuras e mais claras (Figura 3). Nas camadas mais escuras, a diatomita ocorre com argila e material orgânico (raízes e outros restos vegetais). As camadas mais claras são constituídas basicamente de diatomita e algumas vezes ocorrendo com lentes de areia. Na Tabela 1 encontra-se uma análise química típica da diatomita da Mina Ponte.

Tabela 1: Composição química em base seca da diatomita bruta da Mina Ponte.

Compostos	(%)
SiO ₂ total	88,2
SiO ₂ amorfa	70,5
SiO ₂ quartzo	7,0
SiO ₂ caulinita	10,7
Al ₂ O ₃	9,0
Fe ₂ O ₃	0,5
Perda ao fogo	2,2



Figura 3: Vista da frente de lavra da mina de diatomita – Mina Ponte (BA).

Após o rebaixamento do nível freático, a preparação da frente de lavra se inicia com a retirada da vegetação e da matéria orgânica, presente na superfície da mina. Esse material é colocado em um bota-fora e preservado para futura reabilitação da área minerada. A diatomita é lavrada de forma manual, com o auxílio de pás e colocada com água em tanques agitados (*blunger*) para formação de uma polpa. A seguir, esta é bombeada para tanques de decantação feitos de alvenaria de tijolos, onde se separa a argila da diatomita.

Essa separação ocorre em batelada e o tempo de permanência da polpa nas caixas de decantação é variável (24 a 72 horas), de acordo com as condições climáticas. Decorrido esse período, o sobrenadante das caixas de sedimentação, rico em argilas e matéria orgânica, é extravasado por gravidade, retornando para as áreas já mineradas. O decantado é constituído principalmente de diatomita. Esta é retirada manualmente com o auxílio de pás, colocada na carroceria de um trator e transportada para o pátio onde é espalhada para secagem ao sol. Ao atingir a umidade entre 10 e 20% é transportada de caminhão (280 km) para a usina de calcinação em Vitória da Conquista. Como esse processo de secagem ao sol depende muito das condições climáticas, fica muito difícil manter uma escala de produção na etapa de remoção da argila e secagem (França e Luz, 2002).

Como as diatomitas no Brasil normalmente ocorrem associadas a argilas, areia de quartzo e óxidos de ferro, vários pesquisados estudaram o seu beneficiamento visando a remoção dessas impurezas para obtenção de produtos, que, após calcinados, possam ser usados como agente de filtração (Sobrinho e Luz, 1979; Horn e Veiga, 1980; França e Luz, 2002 e França *et al.*, 2003).

Após o beneficiamento para remoção de argilas, a fase seguinte é a calcinação. A diatomita, com umidade entre 10 e 20%, é misturada com a barrilha (Na_2CO_3) a uma concentração de 2% em peso. Este é um fundente e tem a função de auxiliar na aglomeração das partículas de diatomita, bem como na escorificação das impurezas. A seguir, a mistura é alimentada ao forno de calcinação, onde a temperatura varia de acordo com o teor de material orgânico na diatomita. No caso de diatomitas com teores elevados de material orgânico, tem-se uma maior quantidade de gases de combustão, fazendo com que a temperatura no interior do forno aumente, prejudicando o processo de calcinação. Por isto, tem-se uma temperatura de calcinação que varia entre 800 e 1.000°C.

A calcinação promove a redução da área superficial, através da destruição da estrutura fina, formando aglomerados de partículas, principalmente se há o uso do fluxante carbonato de sódio (Na_2CO_3), que tem a função de diminuir o ponto de

fusão da sílica, ajudando a fundir as impurezas e a aglomerar as partículas de diatomita.

A densidade aparente da diatomita aumenta de 2,0 para 2,3, porém a área superficial é reduzida de valores na faixa de 10 a 30 m²/g para 0,5 a 5,0 m²/g, devido à aglomeração das partículas durante o processo de calcinação (Breese, 1994). Quando há a utilização de fluxante no processo de calcinação, essa aglomeração ocorre de maneira mais efetiva. O processo de calcinação também influencia na dureza da diatomita, que passa de valores entre 4,5 e 5,0 para 5,5 a 6, na escala Mohs.

A diatomita calcinada, proveniente do forno, passa por um resfriador cilíndrico, cai em um ventilador para ser desagregada e segue para a etapa de classificação pneumática. Os produtos obtidos são submetidos a ensaios específicos, dependendo do tipo de utilização a que se destinam.

4. USOS E FUNÇÕES

A composição química fundamental e a estrutura porosa das carapaças de algas diatomáceas conferem à diatomita um valor comercial e desempenho não encontrados em outros materiais particulados, utilizados em filtração ou como carga industrial.

A diatomita é mais utilizada em sua forma calcinada, abrangendo as indústrias alimentícia, de bebida, farmacêutica, têxtil e cosmética, mais fortemente. Dessa forma, as propriedades físicas da diatomita comercial são definidas durante o processo de calcinação.

A estrutura fina e porosa dos esqueletos das diatomáceas contribui para a baixa densidade e alto valor de área superficial do material, além de alta porosidade e permeabilidade, o que é responsável pela sua alta eficiência, quando usada como auxiliar de filtração.

Na indústria alimentícia a diatomita é utilizada como auxiliar de filtração, na composição de tortas. Nesse caso a diatomita deve apresentar uma granulometria entre 50 e 100 micrômetros, proporcionando a formação de tortas com altas taxas de filtração e dificuldade de entupimento. A cor da diatomita também é importante, pois, na maioria das vezes, as impurezas que conferem a coloração mais amarelada à diatomita calcinada são minerais de ferro, os quais são indesejáveis nesses processos, pois modificam o sabor dos alimentos.

A peculiaridade da estrutura particulada, a alta capacidade de absorção, inércia química e resistência a altas temperaturas são propriedades que permitem o uso da diatomita também como carga funcional em tintas, controle de cor no processo de fabricação de papel, abrasivos de ação moderada em compostos para polimento e suporte cromatográfico. Outras aplicações como carga ou aditivos incluem estabilizador de explosivos e carreador catalítico de fertilizantes e pesticidas.

Nessas aplicações, como carga industrial e auxiliar de filtração, são requeridos um alto valor de pureza e inércia da diatomita, para que não haja interferência nas propriedades dos produtos, como mudança de cor e sabor, respectivamente.

5. ESPECIFICAÇÕES

As especificações do material variam de acordo com o uso industrial. Serão citadas algumas propriedades de diatomitas para auxiliar de filtração, indústria alimentícia, de cosméticos, dentre outras.

Diatomita para auxiliar de filtração

A diatomita calcinada é utilizada como auxiliar filtrante poroso, para filtrações de alta ou baixa vazões, onde é necessário um bom rendimento e polimento do produto filtrado. Nos casos de filtrações a baixas vazões, a diatomita é mais utilizada na indústria alimentícia, nos processos de filtração de xaropes, glucose, vinhos, cervejas, refrigerantes, uísques, sucos, enzimas e proteínas, dentre outros.

Para as filtrações a altas vazões, faz-se necessária a formação de pré-capas, além do bom rendimento de filtração. Nesse caso, a diatomita calcinada é mais utilizada nos processos de filtração de aditivos de óleos, óleos de corte e lubrificantes, colas, adesivos, resinas, ceras, soluções de galvanoplastia, soluções de sulfato de titânio e óleos vegetais.

A diferença básica entre o meio filtrante de alta ou baixa vazão reside na granulometria e empacotamento do material. Algumas especificações de produto para os dois casos citados são mostradas, a seguir, nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2: Especificações de diatomita calcinada para auxiliar de filtração - baixas vazões.

Propriedade	Análise típica	Variação
Coloração	bege	Rosa
Alvura ISO (%)	69,0	-
Umidade (%)	1,0	máximo
SiO ₂ (%)	90,0	± 3,0
Al ₂ O ₃ (%)	6,0	± 3,0
Fe ₂ O ₃ (%)	1,5	máximo
CaO (%)	0,5	máximo
MgO (%)	0,2	± 0,1
Na ₂ O (%)	0,5	± 0,2
K ₂ O (%)	0,3	± 0,2
Perda ao fogo (%)	1,0	máximo
Densidade aparente livre (g/cm ³)	0,170	± 0,030
Wasserwert (L/h)	15	10 a 25
Granulometria - retido em 200 # (%)	8	± 3,0

Fonte: CIEMIL (2003)

Tabela 3: Especificações de diatomita calcinada para auxiliar de filtração - altas vazões.

Propriedade	Análise típica	Variação
Coloração	bege	Rosa
Alvura ISO (%)	64,7	-
Umidade (%)	1,0	máximo
SiO ₂ (%)	87,0	± 3,0
Al ₂ O ₃ (%)	5,0	± 2,0
Fe ₂ O ₃ (%)	1,5	máximo
CaO (%)	0,5	máximo
MgO (%)	0,2	± 0,1
Na ₂ O (%)	2,5	máximo
K ₂ O (%)	0,3	± 0,2
Perda ao fogo (%)	1,0	máximo
Densidade aparente livre (g/cm ³)	0,200	± 0,030
Filtrabilidade a vácuo (s)*	35	± 5
Granulometria - retido em 200 # (%)	10	± 3,0

Fonte: CIEMIL (2003)

*A grandeza filtrabilidade, a vácuo, mede o tempo necessário para que se filtre 1,0 L de água em uma torta de diatomita de 5,0 gramas.

Diatomita para carga industrial

A diatomita na função de carga industrial é muito utilizada na indústria de tintas, plásticos e cosméticos. Nesses casos, as especificações relativas aos teores de minerais de ferro são mais restritas, uma vez que o material de carga não pode afetar a coloração do produto final.

Na indústria de tintas, a diatomita é utilizada como agente tixotrópico para tintas à base de PVA (poli vinil acetato); na indústria de polímeros, é utilizada como carga de borracha, agente antibloqueio para plásticos PE (poliestireno). Na indústria de cosméticos e afins a diatomita é utilizada como carga na fabricação de produtos odontológicos e de beleza.

Outro ramo de aplicação da diatomita como carga é na indústria de abrasivos, quando é utilizada na fabricação de polidores para pintura, vidros, metais e jóias. Também pode ser utilizada como agente anti-empredrante, nas usinas de fertilizante e pesticidas.

A Tabela 4 ilustra as especificações da diatomita calcinada utilizada como carga industrial; as especificações são bem semelhantes para todos os casos de utilização citados. Nota-se que o material utilizado para carga industrial deve apresentar granulometria bem mais fina do que o utilizado como auxiliar de filtração.

Tabela 4: Especificações de diatomita calcinada para uso como carga industrial.

Propriedade	Análise típica	Variação
Coloração	branca	branca
Alvura ISO (%)	88,3	-
Umidade (%)	1,0	máximo
SiO ₂ (%)	93,0	± 3,0
Al ₂ O ₃ (%)	3,0	± 1,0
Fe ₂ O ₃ (%)	0,5	máximo
CaO (%)	0,5	máximo
MgO (%)	0,3	± 0,1
TiO ₂ (%)	0,2	± 0,1
Na ₂ O (%)	0,2	máximo
K ₂ O (%)	0,2	máximo
Perda ao fogo (%)	2,5	máximo
Densidade aparente livre (g/cm ³)	0,220	± 0,030
Absorção de óleo (%)	80	mínimo
Granulometria - retido em 325 # (%)	1,0	máximo

6. MINERAIS E MATERIAIS ALTERNATIVOS

A diatomita pode ser substituída por alguns materiais e minerais alternativos, porém, as suas peculiaridades ainda asseguram a aceitação desse produto em diversos usos industriais.

Alguns materiais e minerais podem ser utilizados como auxiliar de filtração, como a perlita expandida, que teve alguma incursão nos processos de filtração que requerem o uso de pré-capas, assim como nos mercados farmacêutico, de açúcar e alginato (material odontológico). Talco e argila calcinados também competem com a diatomita nas indústrias de tintas e papel. Outros materiais alternativos utilizados como carga industrial são a sílica granulada, mica, calcário, perlita e vermiculita expandidas (Meisinger, 1985).

A perlita é uma rocha vulcânica vítrea, que, sob rápida exposição à temperatura controlada, expande ou estoura formando um material esponjoso de baixa densidade aparente e considerado um agregado de baixo peso. Sua composição química geral é, também, baseada em alumínio e silício, podendo-se encontrar perlitas com uma composição base de 70-75% SiO_2 , 12-18% Al_2O_3 e 4-6% K_2O (Diekman, 1985). Quando a perlita começou a ser utilizada industrialmente, era aplicada apenas na indústria da construção civil, na fabricação de tijolos e placas isolantes. A baixa condutividade térmica, baixa densidade, alta absorção de som e resistência ao fogo promovem a fabricação de rebocos de maior vantagem e eficiência que os fabricados com areia convencional. Como a maioria das perlitas encontradas apresentam, usualmente, teores de sílica acima de 70% e alta capacidade de absorção, esse material comporta-se de maneira inerte em muitos ambientes, tornando-se um excelente material para ser utilizado com auxiliar de filtração e carga industrial (Dogan *et al.*, 1997).

Os Estados Unidos são um dos maiores produtores e consumidores de perlita expandida, sendo a sua utilização abrangente a diversos ramos da indústria, especialmente onde a diatomita sempre foi utilizada, como por exemplo: agregados para retenção de água na horticultura, isolante térmico contra baixas temperaturas, agregados de reboco e de enchimento de estruturas de alvenaria, agregados de concreto, auxiliar de filtração e carga industrial. Porém, o maior uso da perlita expandida é em produtos pré-moldados (Harben, 2002).

Embora o Brasil não produza perlita, a sua utilização vem crescendo, com as importações desse material, da Argentina e da Turquia. Os produtos comercializados no Brasil têm, praticamente, as mesmas funções citadas acima, no caso dos Estados Unidos. São comercializados produtos com três especificações:

i) grosso: granulometria de 3 a 10 mm e densidade de 0,08 a 0,1 g/cm³; ii) fino: granulometria abaixo de 10 mm e densidade de 0,09 a 0,12 g/cm³; e iii) extrafino: granulometria abaixo de 0,149 mm.

Outro material que pode substituir a diatomita expandida na construção civil e na agricultura é a vermiculita expandida, que também é um alumino-silicato da família das micas e com algumas propriedades semelhantes à diatomita calcinada. A vermiculita expandida apresenta valores de densidade aparente de 0,21 g/cm³, inércia química, baixa condutividade térmica e acústica, o que confere ao material, propriedades de isolante, dentre outros usos.

AGRADECIMENTOS

À Empresa CIEMIL – Comércio, Indústria e Exportação de Minérios Ltda, pelas informações fornecidas sobre especificações de diatomita.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BREESE, R. O. Y (1994). Diatomite. In: Industrial Minerals and Rocks, Ed. SMME, 6^a edition, Senior Editor: CARR, D. D., p.397-412.
- COSTA, J. L. (2004). Diatomita. Sumário Mineral, DNPM, p. 43.
- DIEKMAN, D. (1985). Overview and uses of perlite. Preprint N^o 85-350, 2p, SME, New York, NY.
- DOGAN M., ALKAN M. and ÇAKIR, Ü. (1997). Electrokinetic properties of perlite. Journal of Colloid and Interface Science, Vol. 192, p. 114-118.
- FRANÇA, S. C. A. e LUZ, A. B. (2002). Beneficiamento de diatomita da Bahia. Série Rochas e Minerais Industriais N^o 7, 52p., CETEM/MCT.
- FRANÇA, S. C. A., MILLQVIST, M. T. e LUZ, A. B. (2003). Beneficiation of Brazilian diatomite for filtration application industry. Minerals & Metallurgical Processing, February, Vol. 20, N^o1, p. 42-46.
- HORN FILHO, F. X., VEIGA, M. M. (1980). Beneficiamento do diatomito de Canaveira do Estado do Ceará, Série Tecnologia Mineral N^o 8, Seção Beneficiamento N^o 6, 18p., CETEM/MCT.

- HORN FILHO, F. X. (1981). Beneficiamento do diatomito de Canavieira – Ceará. Dissertação de Mestrado, PUC, Rio de Janeiro, 139p.
- HARBEN, P. W. e KUZVART, M. (1997). Diatomite. In: Industrial Minerals Global Geology, p.161-167, Industrial Minerals Information Ltd, London.
- HARBEN, P. W. e KUZVART, M. (1997). Perlite. In: Industrial Minerals Global Geology, p.280-288, Industrial Minerals Information Ltd, London.
- HARBEN, P. W. (1995). Silica and Quartz. In: Industrial Minerals Handybook, 2nd edition, p.156-161, Industrial Minerals Division, Metal Bulletin, PLC, New York.
- MEISINGER, A. C. (1985). Diatomite. In: Mineral Facts and Problems, Bureau of Mines, preprint from Bulletin 675, Washington D.C, USA.
- SOBRINHO, J. A. C. e LUZ, A. B. (1979). Beneficiamento de Diatomita do Ceará. Série Tecnologia Mineral n° 5, Seção Beneficiamento n° 5, 34p , PM/MME, Brasília, 1979.
- SOUZA, J. F. (1973). Perfil analítico da diatomita. Boletim n° 11, Ministério das Minas e Energia/DNPM, Rio de Janeiro.