

2ª Edição revisada e ampliada

EDITORES: ADÃO BENVINDO DA LUZ & FERNANDO A. FREITAS LINS

ROCHAS & MINERAIS INDUSTRIAIS

usos e especificações



SUMÁRIO

PARTE I: INTRODUÇÃO GERAL

01. PANORAMA DAS ROCHAS E MINERAIS INDUSTRIAIS NO BRASIL 3
Fernando A. Freitas Lins

02. DESEMPENHO FUNCIONAL DOS MINERAIS INDUSTRIAIS: 25
DESAFIOS TECNOLÓGICOS, FERRAMENTA DE MARKETING E ESTRATÉGIA DE VALORIZAÇÃO
Renato R. Ciminelli

PARTE II: ROCHAS E MINERAIS INDUSTRIAIS: USOS E ESPECIFICAÇÕES

03. AGALMATOLITO 69
Adão Benvindo da Luz, Paulo Tomedi e Rodrigo Martins

04. AMIANTO 79
*Normando Claudino Moreira de Queiroga, William Bretas Linares, Joselito Dasio da Silva
e Adão Benvindo da Luz*

05. AREIA INDUSTRIAL 103
Adão Benvindo da Luz e Fernando A. Freitas Lins

06. AGROMINERAIS - ENXOFRE 125
*Gildo de Araújo Sá C. de Albuquerque (in memoriam), Ronaldo Simões L. Azambuja (in memoriam.)
e Fernando A. Freitas Lins*

07. AGROMINERAIS - FOSFATO 141
Francisco E. Lápido Loureiro, Marisa Bezerra de Mello Monte e Marisa Nascimento

08. AGROMINERAIS - POTÁSSIO 175
Marisa Nascimento, Marisa Bezerra de Mello Monte e Francisco E. Lápido Loureiro

09. AGROMINERAIS - ROCHAS SILICÁTICAS COMO FONTES MINERAIS 205
ALTERNATIVAS DE POTÁSSIO PARA A AGRICULTURA
*Éder de Souza Martins, Claudinei Gouveia de Oliveira, Álvaro Vilela de Resende e Marcello
Silvino Ferreira de Matos*

10. ARGILA - ATAPULGITA E SEPIOLITA 223
Adão Benvindo da Luz e Salvador Luiz M. de Almeida

11. ARGILA - BENTONITA 239
Adão Benvindo da Luz e Cristiano Honório de Oliveira

12. ARGILA - CAULIM	255
<i>Adão Benvindo da Luz, Antônio Rodrigues de Campos, Eduardo Augusto de Carvalho, Luis Carlos Bertolino e Rosa Bernstein Scorzelli</i>	
13. BARITA	295
<i>Adão Benvindo da Luz e Carlos Adolpho Magalhães Baltar</i>	
14. BAUXITA	311
<i>João Alves Sampaio, Mônica Calixto de Andrade e Achilles Junqueira Bourdot Dutra</i>	
15. BERILO	339
<i>Marcelo Soares Bezerra e Júlio de Rezende Nesi</i>	
16. CALCÁRIO E DOLOMITO	363
<i>João Alves Sampaio e Salvador Luiz Matos de Almeida</i>	
17. CIANITA REFRACTÁRIA	389
<i>Caroline Meira Lopes de Castro Joffily e Claudinei Gouveia de Oliveira</i>	
18. CROMITA	403
<i>João Alves Sampaio, Mônica Calixto de Andrade e Paulo Renato Perdigão Paiva</i>	
19. DIAMANTE	427
<i>Mario Jorge Costa e Adão Benvindo da Luz</i>	
20. DIATOMITA	451
<i>Silvia Cristina Alves França, Adão Benvindo da Luz e Paulo Francisco Inforçati</i>	
21. FELDSPATO	467
<i>Adão Benvindo da Luz, Fernando A. Freitas Lins e José Mario Coelho</i>	
22. FLUORITA	487
<i>João Alves Sampaio, Carlos Adolpho Magalhães Baltar e Mônica Calixto de Andrade</i>	
23. GIPSITA	505
<i>Carlos Adolpho Magalhães Baltar, Flavia de Freitas Bastos e Adão Benvindo da Luz</i>	
24. GRAFITA	527
<i>João Alves Sampaio, Paulo Fernando Almeida Braga e Achilles Junqueira Bourdot Dutra</i>	
25. HALITA	551
<i>Paulo Roberto Cabral de Melo, Renato Senna de Carvalho e Dorival de Carvalho Pinto</i>	

26. LÍTIÓ	585
<i>Paulo Fernando Almeida Braga e João Alves Sampaio</i>	
27. MAGNESITA	605
<i>Luís Rodrigues Armôa Garcia, Paulo Roberto Gomes Brandão e Rosa Malena Fernandes Lima</i>	
28. MANGANÊS	633
<i>João Alves Sampaio, Mônica Calixto de Andrade, Achilles Junqueira Bourdot Dutra e Márcio Torres Moreira Penna</i>	
29. MICA	649
<i>Carlos Adolpho Magalhães Baltar, João Alves Sampaio e Patrícia Maria Tenório Cavalcante</i>	
30. NEFELINA SIENITO	663
<i>João Alves Sampaio, Sílvia Cristina Alves França e Paulo Fernando Almeida Braga</i>	
31. QUARTZO	681
<i>Pedro Luiz Guzzo</i>	
32. RMIS: ROCHAS E MINERAIS PARA CERÂMICA DE REVESTIMENTO	723
<i>Mônica Calixto de Andrade, João Alves Sampaio, Adão Benvindo da Luz e Alberto Buoso</i>	
33. RMIS: ARGILA PARA CERÂMICA VERMELHA	747
<i>Marsis Cabral Junior, José Francisco Marciano Motta, Amilton dos Santos Almeida e Luiz Carlos Tanno</i>	
34. RMIS: ARGILA PLÁSTICA PARA CERÂMICA BRANCA	771
<i>José Francisco Mariano Motta, Adão Benvindo da Luz, Carlos Adolpho Magalhães Baltar, Marcelo Soares Bezerra, Marsis Cabral Júnior e José Mario Coelho</i>	
35. TALCO	793
<i>Ivan Falcão Pontes e Salvador Luiz Matos de Almeida</i>	
36. TERRAS-RARAS	817
<i>Simon Rosental</i>	
37. TITÂNIO: MINERAIS DE TITÂNIO	841
<i>Carlos Adolpho Magalhães Baltar, João Alves Sampaio, Mônica Calixto de Andrade e Dorival de Carvalho Pinto</i>	
38. VERMICULITA	865
<i>José Fernandes de Oliveira Ugarte, João Alves Sampaio e Sílvia Cristina Alves França</i>	
39. ZEOLITAS NATURAIS	889
<i>Nélio das Graças de Andrade da Mata Resende, Marisa Bezerra de Mello Monte e Paulo Renato Perdigão Paiva</i>	
40. ZIRCONITA	917
<i>Luiz Carlos Bertolino, Nely Palermo, João Alves Sampaio e Sílvia Cristina Alves França</i>	

PARTE III: OS MINERAIS E O MEIO AMBIENTE

41. MINERAIS APLICADOS À TECNOLOGIA AMBIENTAL: MINERAIS VERDES 933
Silvia Cristina Alves França, José Fernandes de Oliveira Ugarte e Adriana de A. Soeiro da Silva
42. EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL E AMBIENTAL A POEIRAS DE ROCHAS E MINERAIS INDUSTRIAIS 961
Zuleica Carmen Castilhos, Reiner Neumann e Olívia Bezerra

GLOSSÁRIO

CAPÍTULO 20

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 e elevados valores de porosidade e área superficial, especiais para o mercado dos auxiliares 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, vernizes, laquês e diferentes óleos e produtos químicos (HARBEN e KUZVART, 1996). Ainda segundo esses autores, os principais usos da diatomita, como carga, são nas indústrias de tinta, papel, borracha, pasta de dente, fármacos, polimento, etc.

¹Eng^a Química/UFS, D.Sc. em Engenharia Química/COPPE-UF RJ, Tecnologista do CETEM/MCT.

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

³Eng^o da CIEMIL.

A diatomita produzida no Brasil não tem sido, até hoje, suficiente para atender ao consumo interno e, por isso, no ano de 2006 importou 8.184 t, de diversos países, como México (83%), Estados Unidos (6%), Argentina (6%), Áustria (2%), outros (3%) (KLEIN, 2008). Os campos de aplicação de diatomita, no Brasil, são as indústrias de bebidas, açúcar e farmacêutica, como agente de filtragem e as indústrias de tinta e vernizes, como agente de carga.

A produção brasileira de diatomita beneficiada e comercializada, no ano de 2006, foi de 8.968 t, com um aumento de 17% em relação ao ano anterior. O segmento de filtragem representa 80% do consumo da diatomita. O Estado da Bahia manteve-se na liderança do setor, produzindo quase 100% da diatomita beneficiada e comercializa no Brasil (KLEIN, 2008).

Os Estados Unidos da América continuam como o maior produtor mundial de diatomita, com uma produção anual em 2007 de 830.000 t de diatomita, vindo a seguir a China com 420.000 t.

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 terra diatomácea, se está associada a calcário é denominada de marga diatomácea, etc.

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 FILHO e VEIGA, 1980 e HORN FILHO, 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, Peru (HARBEN E KUZVART, 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, situada no município de Pacajus - CE, a diatomita ocorre no fundo de lagoas e encontra-se associada a camadas de argilas caulínicas, areia de quartzo, matéria orgânica e óxidos de ferro (HORN FILHO 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, como pode ser observado na imagem de microscopia eletrônica de varredura, apresentada na Figura 1.

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.

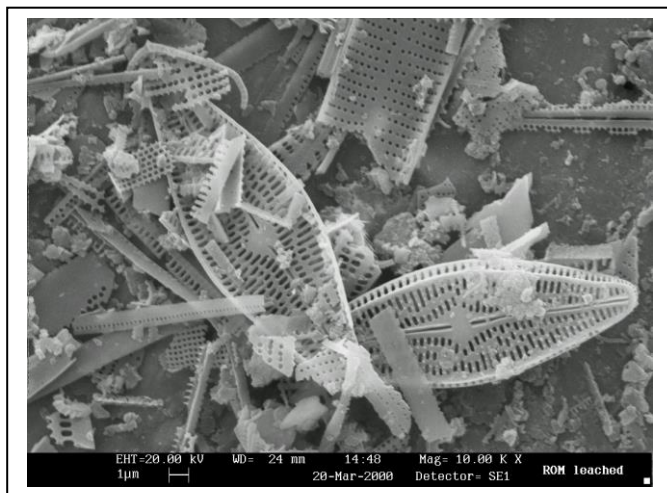


Figura 1 – Carapaças de diatomita in natura da Mina Ponte - formato navicular (França e Luz, 2002).

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.

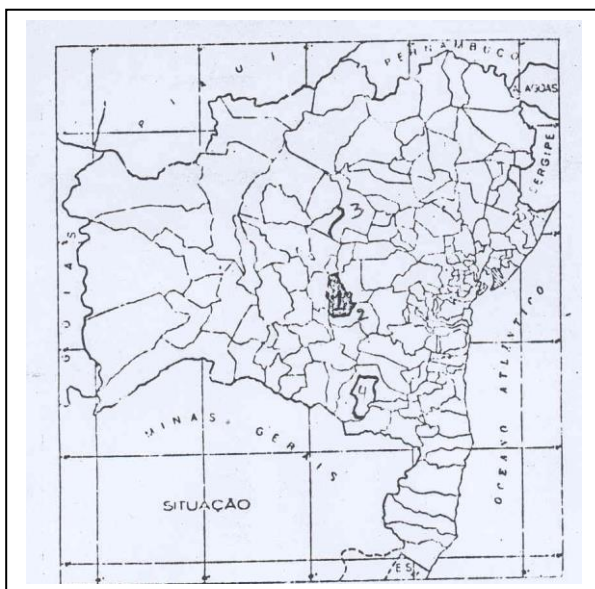


Figura 2 – Mapa de localização de depósitos de diatomita na Bahia: (1) Mucugê, (2) Ibicoara, (3) Morro do Chapéu e (4) Vitória da Conquista.

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 da diatomita ocorrer em lagos, a lavra é feita por dragagem. Como a diatomita é um sedimento fácil de desagregar, 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 caminhões e transportada para a área de estocagem de 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 as margens das lagoas. 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 tem-se resultado de uma análise química da diatomita da Mina Ponte.

Tabela 1 – Composição química (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

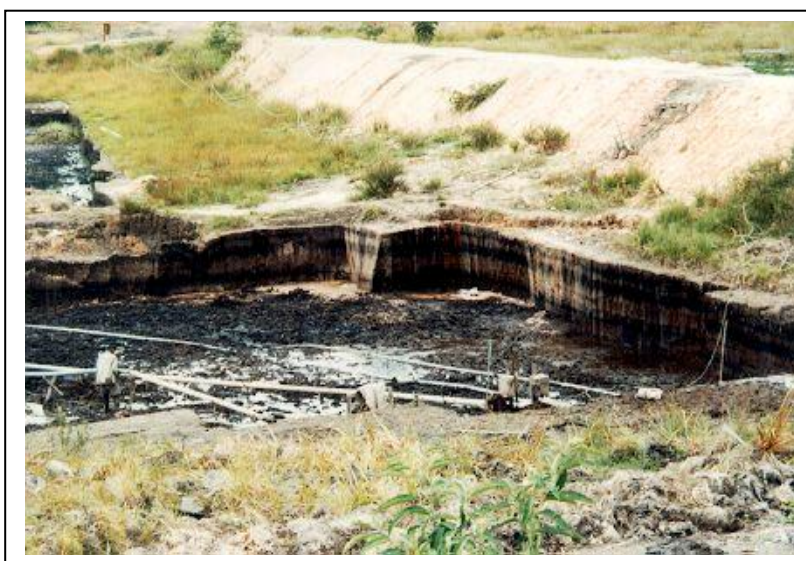


Figura 3 – Frente de lavra de diatomita – Mina Ponte, Mucugê-BA.

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 madeira, 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 nas etapas 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, depois de calcinados, possam ser usados como agente de filtragem (FRANÇA *et al*, 2003; FRANÇA e LUZ, 2002; HORN FILHO e VEIGA, M. M., 1980; SOBRINHO e LUZ, 1979).

Ainda segundo esses autores, 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. A barrilha é um composto fundente, 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 seguir, a mistura é alimentada ao forno de calcinação, onde a temperatura varia de acordo com o teor de material orgânico presente 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, por meio da destruição da estrutura fina, formando aglomerados de partículas, principalmente se há o uso do fluxante carbonato de sódio (Na_2CO_3). 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 m^2/g para 0,5 a 5,0 m^2/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 na faixa de 4,5 a 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/FUNÇÕES E ESPECIFICAÇÕES

A composição química fundamental e a estrutura porosa das carapaças das algas diatomáceas concedem à diatomita um valor comercial e performance 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 alimentícias, de bebidas, 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 μm , 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, é requerido 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 vazão, 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, glicose, 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, e 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 serão mostradas, a seguir, nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2 – Especificações de diatomita calcinada para auxiliar de filtragem - 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) Wasserwert – ensaio específico para determinar capacidade de filtragem.

Tabela 3 – Especificações de diatomita calcinada para auxiliar de filtragem - 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 composta por 5,0 gramas do material.

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 na fabricação 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.

Na Tabela 4 são apresentadas as especificações da diatomita calcinada utilizada como carga industrial; as especificações são bem semelhantes para todos os casos de utilização citados.

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

Nota-se que o material utilizado para carga industrial deve apresentar granulometria bem mais fina do que o utilizado como auxiliar de filtragem.

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 filtragem, como a perlita expandida, que teve alguma incursão nos processos de filtragem que requerem o uso de pré-capas, assim como nos mercados farmacêutico, de açúcar e alginato (material odontológico). Filtros sintéticos, principalmente cerâmicos, poliméricos, ou filtros com membrana de carbono e filtros de membrana de celulose, estão se tornando competitivos como meio filtrante. Podem ser citados outros materiais alternativos usados como filtro: calcário moído, mica moída, sílica e areia moída, perlita, talco e vermiculita. (DOLLEY, 2008).

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, 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% SiO₂, 12-18% Al₂O₃ e 4-6% K₂O (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 apresenta, 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 filtragem 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 filtragem 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 aluminossilicato 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, 6ª edition, Senior Editor: CARR, D. D., p. 397-412.
- DIEKMAN, D. (1985). Overview and Uses of Perlite. Preprint nº 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.
- DOLLEY, T. P. (2008), Diatomite. In: U.S Geological Survey, Mineral Commodity Summary, www.usgs.gov.
- FRANÇA, S. C. A., LUZ, A. B. (2002). Beneficiamento de diatomita da Bahia. Série Rochas e Minerais Industriais nº 7, 52p, CETEM/MCT.
- FRANÇA, S. C. A., MILLQVIST, M. T., LUZ, A. B. (2003). Beneficiation of Brazilian diatomite for filtration application industry. Minerals & Metallurgical Processing, February 2003, vol. 20, nº 1, p. 42-46.
- HORN FILHO, F. X., VEIGA, M. M. (1980). Beneficiamento do Diatomito de Canavieira do Estado do Ceará, Série Tecnologia Mineral nº 8, Seção Beneficiamento nº 6, 18p. Centro de Tecnologia Mineral (CETEM).
- HORN FILHO, F. X., (1981). Beneficiamento do Diatomito de Canavieira – Ceará. Dissertação de Mestrado, PUC, Rio de Janeiro, 139p.
- HARBEN, P. W. and KUZVART, M. (1997). Diatomite. In: Industrial Minerals Global Geology, p.161-167, Industrial Minerals Information Ltd, London.
- HARBEN, P. W. and 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 Handbook, 2nd edition, p.156-161, Industrial Minerals Division, Metal Bulletin, PLC, New York.
- KLEIN, S. L. (2008). Diatomita. In: Sumário Mineral -DNPM, www.dnpm.gov.br.
- SOBRINHO, J. A. C., LUZ, A. B. (1979). Beneficiamento de Diatomita do Ceará. Série Tecnologia Mineral nº 5, Seção Beneficiamento nº 5, 34p, PM/MME, Brasília, 1979.
- SOUZA, J. F. (1973). Perfil Analítico da Diatomita. Boletim nº 11, Ministério das Minas e Energia/DNPM, Rio de Janeiro.