

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 REFRATÁRIA	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 35

## Talco

Ivan Falcão Pontes<sup>1</sup>  
Salvador Luiz Matos de Almeida<sup>2</sup>

### 1. INTRODUÇÃO

O talco é uma matéria prima mineral de largo uso na indústria moderna. Sua composição química, estrutura cristalina e textura podem lhe conferir um amplo espectro de propriedades tecnológicas que encontram aplicações tão nobres como na elaboração de cosméticos, tintas e cobertura de papel quanto em aplicações mais simples, como fundente na indústria cerâmica ou mesmo carga inerte na fabricação de tintas, borracha, inseticidas, fertilizantes, papel etc. (Shimabukuro *et al.*, 1979; Mineropar, 1988; Pugsley Jr. *et al.*, 1990; Mineral Commodity Summaries, 1995).

Embora dispondo apenas de reservas moderadas (da ordem de 117 milhões de toneladas), o Brasil se encontra entre os principais produtores mundiais de talco, denotando condições de auto-suficiência sob o ponto de vista quantitativo. Sob o ponto de vista qualitativo, o que se verifica é que o talco brasileiro sofre somente operações elementares de beneficiamento, tais como britagem e moagem, sendo que a maior parte da produção se destina ao uso cerâmico. A pequena fração de talco produzida para usos mais nobres é proveniente de uma lavra seletiva e, antes de ser comercializada, é submetida apenas a uma secagem e moagem (Berg e Loyola, 1987; Pereira, 1988, Luz *et al.*, 1990; Martini, 2004). Esta situação reflete o atraso tecnológico da mineração de talco no Brasil:

- (i) A produção de talco se encontra a cargo de pequenas e médias mineradoras que, via de regra, ainda não se conscientizaram dos ganhos que poderiam obter via agregação de valor (beneficiamento) capaz de adequar a matéria prima às rigorosas especificações das indústrias que utilizam o talco para usos mais nobres;

---

<sup>1</sup>Engº de Minas/UFPE, D.Sc. em Engenharia Mineral/USP, Tecnologista Sênior do CETEM/MCT.

<sup>2</sup>Engº Metalúrgico/UFRJ, D.Sc. em Engenharia Mineral/USP, Pesquisador Titular do CETEM/MCT.

- (ii) Pouca tecnologia de beneficiamento de talco tem sido gerada no Brasil e difundida junto aos meios produtivos com o intuito de melhorar o quadro atual. Uma grande carência de tecnologia e informação faz com que a pequena fração de talco produzida para usos mais nobres seja proveniente de processos rudimentares (lavra seletiva, catação manual, limpeza primária) e não de usinas de beneficiamento capazes de maximizar produção e qualidade.

Por outro lado, em nível mundial, tem-se observado uma crescente diversificação das aplicações industriais de talcos nobres. Esta tendência pode estimular empresas brasileiras a fornecer diferentes produtos para exportação. Em virtude disto, este trabalho também procura divulgar informações sobre as várias especificações de mercado para usos nobres do talco, assim como um perfil econômico resumido deste bem mineral (World of Minerals, 1988; Griffiths, 1989; Pereira, 1990; Michael, 1990; Russel, 1990).

A produção brasileira de talco vem apresentando pequenas oscilações nos últimos anos. O estado do Paraná destaca-se como grande produtor, com cerca de 46% da produção (Ponta Grossa, Castro e Bocaiúva do Sul), o estado da Bahia produziu cerca de 38% do talco em 2006, devido à redução da produção da Magnesita S.A. (Brumado), detentora de reservas de talco de excelente qualidade, com maior alvura e pureza. Outros Estados produtores são: São Paulo (13%), Minas Gerais (2%), e Rio Grande do Sul (1%), favorecidos pela proximidade do centro consumidor. As produções estimadas de talco e pirofilita são da ordem de 389 mil toneladas, em 2006, colocando o Brasil em destaque, contribuindo com cerca de 5,0% da produção mundial. Existe previsão de maior demanda no futuro, devido às muitas aplicações industriais desses minerais (Mineral Commodity Summaries, 2004; Amaral, 2007).

A produção mundial de talco tem apresentado suave oscilação no decorrer dos últimos anos, demonstrando uma pequena redução em 2005, apesar disso, não existe forte tendência de queda da produção externa. Destacam-se como grandes produtores de talco: China, seguida dos Estados Unidos, Finlândia e Índia. O Brasil, França, Austrália e Itália estão inseridos no grupo dos médios produtores. Áustria, Espanha, Canadá, Japão, Coreia do Sul e México são considerados pequenos produtores, cuja produção de talco em 2005, não ultrapassou 140 mil toneladas. A produção mundial de talco em 2005 está apresentada na tabela 1, a seguir. A produção mundial estimada em 2007 foi 8.1 milhões de toneladas, a China, se destacando com 2.500 mil t e EUA com 839 mil t (Mineral Commodity Summaries, 2008).

Tabela 1 – Produção mundial de talco em 2005

País	Produção (10 <sup>3</sup> t)	País	Produção (10 <sup>3</sup> t)	País	Produção (10 <sup>3</sup> t)
China	1.700	Brasil	300	Canadá	80
EUA	817	Austrália	330	Japão	45
Finlândia	475	Itália	140	Coreia do Sul	45
Índia	465	Áustria	135	México	12
França	330	Espanha	114	Alemanha	10

Fonte: Industrial Minerals and Rocks, 2005. p. 984.

## 2. MINERALOGIA E GEOLOGIA

### Mineralogia

O mineral talco é um filossilicato de magnésio hidratado, apresentando fórmula química  $Mg_3(Si_4O_{10})(OH)_2$  onde seus constituintes ( Mg, Si, O, OH ) assumem um arranjo espacial do tipo "t-o-t", isto é, uma estrutura do tipo "sanduíche" que exibe duas folhas tetraédricas - t - formadas por átomos de silício e oxigênio (folha siloxana) que envolvem uma folha octaédrica - o - formada por magnésio e hidroxila (folha de brucita). As unidades estruturais do tipo t-o-t são ligadas entre si por ligações de van der Waals que conferem às partículas de talco algumas peculiaridades (Altaba, 1969; Parfenoff *et al.*,1970; Dana e Hurlbult, 1984; Gomes, 1988; Velho, 1989):

- (i) zona de fraqueza ao longo do plano cristalográfico (0001), plano basal, cuja característica advém a clivagem basal perfeita;
- (ii) a quebra preferencial de ligações de van der Waals durante o processo de fragmentação confere a suas partículas uma superfície de caráter fortemente hidrofóbico. Este mesmo raciocínio explica a hidrofobicidade natural de outros minerais como a grafita e a molibdenita;
- (iii) untuosidade ao tato, poder lubrificante e adsorvente de óleos e gorduras.

O talco puro apresenta uma composição química teórica de MgO=31,7%; SiO<sub>2</sub>=63,5% e H<sub>2</sub>O=4,8%. Exibe hábito placóide ou lamelar, podendo também ser fibroso ou granular. Apresenta clivagem basal perfeita. As principais propriedades que o tornam largamente utilizado na indústria são: inércia química, suavidade e untuosidade ao tato, alta área de superfície, boa retenção como carga, dureza baixa (assume valor 1 na escala de Mohs), brilho nacarado a

gorduroso, densidade 2,7 a 2,8, resistência ao choque, leveza, hidrofobicidade natural etc. (Pinheiro, 1973; Abreu, 1973; Clifton, 1985; Pereira, 1988).

Devido a uma grande semelhança entre propriedades cristaloquímicas e tecnológicas dos minerais pirofilita e talco, é comum a ocorrência de alguma confusão quando leigos se referem a ambos, indistintamente. Todavia é importante ressaltar:

- (i) sob o ponto de vista mineralógico, a diferença entre talco e pirofilita reside no fato de que na pirofilita o arranjo **t-o-t** é composto por folhas octaédricas do tipo gibbsita (ricas em alumínio) e não brucita (ricas em magnésio), como é o caso do talco. Uma simples análise química seguida de algum exercício de estequiometria pode elucidar qualquer confusão (Parfenoff *et al.*, 1970; Santos, 1975; Dana e Hurlbult, 1984);
- (ii) sob o ponto de vista tecnológico, existem situações onde ambos os minerais podem ser utilizados em diversas aplicações industriais indistintamente, como em cargas para plásticos, fertilizantes, sabão, borracha, têxteis etc. Por outro lado, certas aplicações exigem alto teor de magnésio e baixo teor de alumínio (como na indústria cerâmica). Neste caso, o uso da pirofilita não é permitido, conforme será ilustrado adiante nas especificações/uso do talco.

As informações sobre a maneira como minérios de talco ocorrem na natureza são de grande valia para o beneficiamento, pois o processo de formação está intimamente ligado aos minerais contaminantes e também à granulometria natural com que o mineral de minério irá ocorrer nas jazidas (Pinheiro, 1973; Abreu, 1973; Santos, 1975).

### **Geologia**

O talco é um mineral de origem secundária, formado pela alteração de silicatos de magnésio: olivina [forsterita  $Mg_2(SiO_4)$ , fayalita  $Fe_2(SiO_4)$ ], piroxênios (séries enstatita, diopsídio, espodumênio, augita), rodonita, wollastonita, pectolita e anfibólios (antofilita, séries tremolita/actinolita, riebeckita/arfvedsonita, hornblenda). Pode ocorrer associado à clorita, serpentina, calcita, quartzo, tremolita, dolomita, hematita, e magnesita. É encontrado tanto em rochas ígneas como em metamórficas (Moraes e Pinheiro, 1956; Dana e Hurlbult, 1984, Souza, 1988):

- (i) Nas rochas ígneas, especialmente peridotitos e piroxenitos, são oriundos da alteração de olivina e piroxênios;
- (ii) Nas rochas metamórficas, ocorre de forma granular e/ou criptocristalina, denominada pedra sabão, formando quase toda a massa da rocha.

As ocorrências de rochas talcosas do estado do Paraná têm sido encontradas no Grupo Açungui, ocorrendo em forma de bolsões, onde grande quantidade de minas de talco estão concentradas na faixa calcária da formação geológica denominada Itaiacoca, que se estende de Ponta Grossa (PR) até Itapeva (SP), principalmente nos municípios de Campo Largo, Castro e Ponta Grossa (Pinheiro, 1973; Souza, 1988):

Estas ocorrências encontram-se associadas a dolomitos que, segundo Irving (1960), poderiam dar origem ao talco por alteração hidrotermal ou metamorfismo de contato. O fato do talco ocorrer em bolsões esparsos no interior das camadas dolomíticas do Grupo Açungui reforça esta hipótese (Irving, 1960; Marini e Leprevost, 1967; Celinski, 1967; Anuário Mineral Brasileiro, 1990).

Em Carandaí (MG) o talco é produto de metamorfismo de rochas básicas e ultrabásicas, formando minérios compactos. Na região de Brumado (BA), esse mineral é produto da reação de soluções silicosas em rochas monominerais de magnesita, formando um talco puro e compacto (Pinheiro, 1973, Souza, 1988).

Sendo o talco um mineral de origem secundária, é de se esperar que sejam comuns os depósitos onde o mineral-minério ocorra em granulometria bastante fina, em rochas de textura pulverulenta e também associado a muitas impurezas tanto na forma de minerais de ganga como através de substituições isomórficas na rede cristalina (magnésio sendo substituído por ferro, titânio, manganês etc.). Deste modo, dentro de um mesmo depósito, as impurezas podem apresentar uma variabilidade de ocorrência tão grande que levam à existência de diferentes tipos de minérios com alvura, granulometria, textura, composição química e hidrofobicidade diferentes. O beneficiamento de minérios originários de tais depósitos não demanda o uso intensivo de operações unitárias de cominuição, todavia, exige a aplicação de métodos físicos, químicos e físico-químicos para a sua purificação, visando colocar o talco dentro das especificações de mercado. Outra solução, bastante difundida no Brasil, é a lavra seletiva dos tipos de minério que atendem às exigências dos compradores.

O talco também pode ocorrer em rochas compactas e maciças, denominadas esteatitos. O beneficiamento de tais rochas demanda operações unitárias de cominuição e classificação. Em algumas situações também se faz necessária alguma operação de concentração.

### **3. LAVRA E PROCESSAMENTO**

#### **Lavra**

Via de regra, a lavra de talco é conduzida a céu aberto, utilizando-se pequena quantidade de explosivos para evitar desagregação excessiva do minério. Os blocos provenientes do fogo primário são manuseados por pás carregadeiras e alocados em caminhões que executam o transporte até as unidades de beneficiamento. Minérios facilmente desagregáveis podem dispensar o uso de explosivos e adotar o sistema pá-escavadeira e caminhão. O uso da lavra subterrânea é menos comum (Pinheiro, 1973; Ciminelli, 1986; Berg, 1986; Souza, 1988).

O uso da lavra seletiva somente ocorre quando:

- (i) Não existe tecnologia disponível para beneficiar o minério como um todo, englobando todos ou os principais tipos de minério que compõem a jazida;
- (ii) Não existe conscientização ou disposição da empresa mineradora em maximizar a recuperação dos recursos minerais, evitando a "lavra ambiciosa";
- (iii) Não existe disposição de órgãos governamentais de fiscalizar e cobrar um aproveitamento mais racional das jazidas.

A extração de talco no Paraná é efetuada a céu aberto, em bancadas à meia encosta ou em cavas, e se desenvolve lateralmente até o limite das encaixantes, que na região de Itaiacoca e Abapã podem ser dolomitos, filitos, ou quartzitos. Como os jazimentos de talco apresentam um caráter heterogêneo, com respeito à disposição, composição química, cor e impurezas, a extração é realizada por processos manuais ou mecanizados (Pinheiro, 1973; Muratori, 1984; Souza, 1988).

Via de regra, os blocos de minério provenientes do fogo primário são selecionados manualmente conforme a cor, teor de impurezas etc., às vezes dentro da mesma mina, sendo em seguida transportados para a limpeza primária.

No caso de frentes de lavra homogêneas, com coloração e impurezas de qualidade constantes, é possível a utilização de máquinas, como retroscavadeiras e pás carregadeiras. Contudo, é comum nessas frentes, a seleção manual prévia, visando a retirada de maiores quantidades de impurezas e também para selecionar talcos de melhor qualidade disseminados nessas frentes (Pinheiro, 1973; Clifton, 1985; Souza, 1988).

Numa mesma frente de lavra podem ocorrer vários tipos de talco e, num avanço de alguns metros, esses talcos alternam-se tanto vertical como horizontalmente. Desta forma, é normal se manterem frentes de lavra maiores que as convenientes à produção, ou mais de uma frente em exploração, de forma a permitir o fácil acesso aos vários tipos de talco, conforme as necessidades contratuais da empresa e propiciando um aproveitamento racional da jazida (Pinheiro, 1973; Souza, 1988).

### **Processamento**

No Brasil, como se viu acima, a lavra seletiva e a catação manual são os principais métodos adotados para melhorar a qualidade do talco, cujo beneficiamento tem sido realizado através de uma secagem seguida de moagem para reduzir o minério à granulometria exigida pelo mercado.

Nos países do primeiro mundo já se utilizam técnicas mais variadas e sofisticadas para o beneficiamento do talco:

- (i) Separação magnética: separação de alto campo/gradiente pode ser utilizada desde que as impurezas que se deseja remover estejam liberadas na forma de grãos e não como substituintes na rede cristalina (World of Minerals, 1994);
- (ii) Catação fotoelétrica automatizada: em substituição à catação manual, o minério bruto ao ser transportado por correia passa através de uma célula fotoelétrica que faz a seleção do material claro, sendo automaticamente retirado da correia (Piga, 1992);
- (iii) Flotação convencional tem se mostrado uma alternativa bastante viável para a purificação de minérios de talco. Sendo o talco um mineral naturalmente hidrofóbico, os coletores utilizados na flotação

direta são todos hidrocarbonetos da família do óleo diesel. Neste caso exige-se o uso de agentes espumantes. Enquanto usualmente trabalha-se com dosagens de coletor desde 100 a 1000 g/t, as dosagens dos agentes espumantes vão de 10 até 150 g/t, dependendo do tipo de minério processado, qualidade da água industrial, temperatura e características do circuito (recirculação de rejeitos, de concentrados etc.) (McHardy, 1972; Manser, 1975; Chander, *et al.*, 1975; Arbiter, *et al.*, 1975, Rau, 1985). Os principais agentes espumantes utilizados em circuitos industriais de flotação são os derivados do ácido cresílico (cresol, óleo de pinho etc.) e também os reagentes sintéticos, como os álcoois e os nonil-fenol (etoxilados ou não). O pH natural da polpa próximo da neutralidade tem sido adotado como padrão para a flotação. Entre os coletores, podem ser mencionados as aminas primárias, xantato de potássio e ácidos graxos. Querosene e óleo de pinho ou Flotanol têm sido a combinação mais indicada para a flotação de talcos foliados, enquanto que as aminas graxas, por serem coletores mais poderosos, têm sido indicadas para talcos fibrosos (Sutherland e Wark, 1955; Glembotsky e Klassen, 1972; Kho e Sohn, 1989).

As principais impurezas do talco são serpentina, dolomita, magnetita, calcário, tremolita, clorita, óxidos de ferro etc. Para deprimir essas impurezas, têm sido usados amido, quebracho e silicato de sódio (Fuerstenau, 1962; Leja, 1979; Wills, 1985; Andrews, 1986).

Pesquisas têm apontado uma rota diferente da convencional: o uso de carboximetilcelulose pode levar a uma depressão do talco. Se a ganga for carbonatada, a flotação reversa pode ocorrer pela ação de coletores constituídos por ácidos graxos em pH alcalino. Se a ganga for silicatada, a literatura recomenda flotação catiônica em pH neutro ou moderadamente alcalino com aminas graxas (Gomes, 1988).

- (iv) Flotação em coluna: este novo método foi utilizado a partir da década de 60, tendo tido grande aceitação para recuperação de metais nos últimos 10 anos. Para beneficiamento de talco, tem-se obtido bons resultados quando comparado com a flotação convencional, além de exigir baixo capital de investimento e custo operacional, e pela simplicidade na operação, com obtenção de partículas finas e limpas (Arbiter *et al.*, 1975; Dudenhov *et al.*, 1980);

- (v) Lixiviação: este método é usado quando se deseja melhorar a alvura do produto, através da solubilização de impurezas, principalmente óxidos de ferro (Luz *et al.*, 1990);
- (vi) Separação densitária: os minerais de ganga que apresentam densidade mais alta que o talco podem ser separados por mesa concentradora (Gaudin, 1957; Clifton, 1985; Antunes, 1994).

Via de regra, os circuitos industriais de beneficiamento de talco seguem um paradigma que é bem representado pelo fluxograma de beneficiamento de talco de Vermont, EUA. A moagem é realizada através de *roller mills*, alguns com câmaras de combustão a óleo ou gás, permitindo a secagem e moagem simultaneamente. Para minérios abrasivos, talco tremolítico ou pirofilita para cerâmica, a moagem pode ser realizada por moinhos de seixos de quartzito ou sílex.

A separação magnética de alta intensidade via úmida pode ser utilizada no circuito de beneficiamento, visando à obtenção de produtos com conteúdo mínimo de ferro (Clifton, 1985).

Para que a utilização industrial do talco continue crescente, é necessário aperfeiçoar e desenvolver cada vez mais processos modernos de beneficiamento, incluindo as etapas de cominuição e flotação, com remoção de impurezas indesejáveis. Esses processos de beneficiamento devem se apoiar na automação, como forma de garantir a qualidade e preços competitivos (Ciminelli, 1990).

#### **4. USOS E FUNÇÕES**

Os usos industriais do talco estão intimamente ligados a suas propriedades tecnológicas, que por sua vez, espelham suas características cristal químicas.

Segundo Pinheiro, (1973) e Clifton, (1985), as principais propriedades tecnológicas que tornam o talco largamente utilizado na indústria são: alta resistência ao choque térmico, leveza, suavidade, brilho intenso, alto poder de lubrificação e deslizamento, alta capacidade de absorção de óleo e graxa, baixa condutibilidade térmica e elétrica, alta área de superfície, inércia química e boa retenção como carga. Essas propriedades fazem do talco um importante mineral industrial, com vasto campo de aplicação (Parfenoff *et al.*, 1970; Santos, 1975; Dana e Hurlbult, 1984; Velho e Gomes, 1989).

A Tabela 2 apresenta uma relação entre as principais propriedades tecnológicas do talco e suas características cristalóquímicas.

Os talcos comerciais, entre outras impurezas, possuem  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  e  $\text{Al}_2\text{O}_3$  que devem ficar restritos a certos limites percentuais, conforme a utilização final do produto (Ciminelli, 1984; Oliveira, 1988; Pugsley Jr. *et al.*, 1990; Ciminelli, 1990).

Apesar da inexistência de uma padronização internacional das especificações do talco, a maioria dos consumidores faz exigências quanto à qualidade da matéria-prima recebida, em função da aplicação a que se destina. Através de contatos mantidos com produtores e consumidores de talco, assim como levantamento na literatura, obtiveram-se as especificações usadas atualmente, que serão apresentadas posteriormente.

Tabela 2 – Propriedades tecnológicas do talco versus cristalóquímicas.

Propriedades Tecnológicas	Características Intrínsecas
Inércia química e alvura	Composição química
Baixa condutibilidade térmica	Composição química e
Baixa condutibilidade elétrica	Estrutura cristalina
Resistência ao choque térmico	
Alta capacidade de absorção de óleos e graxas	Hidrofobicidade natural e
Alto poder lubrificante	Estrutura cristalina
Suavidade ao tato	
Alta área de superfície	Gênese e estrutura cristalina

Os mais importantes segmentos industriais que utilizam o talco como matéria - prima na indústria são: indústria cerâmica, de refratários, de defensivos agrícolas, de produtos asfálticos, de plásticos, de inseticidas, de cosméticos, de tintas, de têxteis, de borracha, farmacêuticas e de papel. Os principais fatores que determinam a aplicabilidade do talco para diferentes usos são: granulometria, composição química, mineralogia e alvura.

**Indústria cerâmica** - A utilização do talco na indústria cerâmica é determinada pela composição química e mineralógica do concentrado. Por se tratarem de indústrias que utilizam o talco unicamente como fonte de magnésio, impurezas do tipo serpentina, antigorita ou magnesita podem ser bem aceitas por serem minerais portadores de magnésio em elevadas proporções (Berg, 1986; Oliveira, 1988).

De um modo geral, o emprego do talco na indústria cerâmica é relativamente amplo, sendo usado em massas cerâmicas para a produção de azulejos, canecos, cerâmica técnica, cerâmica industrial, ladrilhos cerâmicos, louças de mesa, louças sanitárias, pastilhas, isolantes elétricos (esteatitas e porcelana de baixa perda dielétrica) etc. Sua função é agir como fundente da massa, do esmalte, manter a plasticidade, dar consistência e diminuir o tempo de maturação da massa pela ação do óxido de magnésio que atua como agente de fluxo. Na cerâmica para isolantes, a presença de MgO controla a expansão térmica, aumentando a resistência ao choque térmico e evitando trincas no produto final.

**Indústria de papel e celulose** - É usado como lubrificante para evitar a aderência do papel fabricado aos rolos dos equipamentos, mas também pode ser usado como carga, cobertura, e como dispersante de resina em pasta mecânica.

As indústrias de papel consomem grande quantidade de talco, proporcionando elevada retenção e boa opacidade ao produto. Na confecção de papéis de boa qualidade é usado somente talco branco e livre de micas. A presença de tais minerais gera pontos brilhantes no papel, deteriorando sua qualidade (Coraiola, 1988; Velho e Gomes, 1989; Pugsley Jr. *et al.*, 1990).

**Indústria de rações** - É usado na indústria de produtos alimentares como veículo em rações e concentrados para suínos. O uso do talco proporciona proteção contra ação de insetos no arroz e soja, além de auxiliar na manutenção do brilho. Este insumo também é utilizado na manufatura de óleos comestíveis, balas e goma de mascar (Mineropar, 1988; Pugsley Jr. *et al.*, 1990).

**Defensivos agrícolas** - É usado como carga inerte junto com herbicidas, fungicidas e inseticidas. O emprego do talco associado a DDT 666 é bastante difundido na indústria de inseticidas e fungicidas (Mineropar, 1988; Pugsley Jr. *et al.*, 1990).

**Tintas e vernizes** - O talco é usado como carga inerte na produção de tintas látex e tintas a óleo, esmaltes e impermeabilizantes. O talco lamelar de alta qualidade é usado tanto como carga quanto como pigmento, enquanto que o talco fibroso é largamente usado como agente de suspensão em diversos tipos de tinta para aplicações externas em superfícies expostas à abrasão (Mineropar, 1988; Pugsley Jr. *et al.*, 1990).

**Indústrias de plásticos** - É usado como carga e reforço na fabricação da massa plástica e dos plásticos reforçados com fibra de vidro, também como antiaderente

nas placas de poliéster e nylon para fabricação de botões, fivelas e cintos (Mineropar, 1988; Pugsley Jr. *et al.*, 1990).

**Fertilizantes** - É usado como veículo nos fertilizantes (Mineropar, 1988; Pugsley Jr. *et al.*, 1990).

**Borracha** - É empregado como carga na fabricação de lápis de cor e como agente de pulverização para lubrificar os moldes (lubrificante para extrusão). Tal uso evita adesões à massa de borracha e do produto final, durante a manufatura dos produtos. O talco é usado também na composição de certos tipos de borrachas (semi-duras) para válvulas (Mineropar, 1988; Pugsley Jr. *et al.*, 1990).

**Produtos farmacêuticos e veterinários** - O talco é usado como veículo e lubrificante na produção de sais minerais de uso veterinário e no processo de prensagem de comprimidos e drágeas. Na preparação de suspensões de uso oral, o talco é usado como elemento suspensor, na produção de pós, granulados, pomadas e cremes etc. (Greshner, 1984; , Agosti, 1986; Mineropar, 1988; Pugsley Jr. *et al.*, 1990).

**Indústria de perfumaria e cosméticos** - O talco é uma matéria prima de grande importância na indústria de cosméticos. Provavelmente a percentagem de talco usada nesta indústria seja maior do que a de qualquer outro componente. Suas propriedades de limpeza e desodorização são muito conhecidas. O talco usado para cosmético é um produto nobre e muito valorizado (submetido a exame bacteriológico para detectar contaminações), pois os consumidores dão muita ênfase à qualidade do talco, forçando os mineradores à utilização de modernos processos de beneficiamento, pelo fato de que certas contaminações presentes em muitos talcos podem causar efeitos indesejáveis à pele, tendo de ser eliminados ou reduzidos a níveis aceitáveis para tal utilização. O talco deve também ser livre de substâncias abrasivas, tais como dolomita, tremolita e calcita, as quais conferem um efeito de microabrasão quando aplicadas sobre a pele.

De um modo geral, a forma das partículas, o pH e o teor de ferro solúvel em água são fatores importantes no aproveitamento do talco para uso em cosméticos. É empregado como carga principalmente na produção de sabonetes, talco, cremes, pomadas etc. (Ciminelli, 1986; Mineropar, 1988; Pugsley Jr. *et al.*, 1990; Ciminelli, 1990).

**Indústria química** - É utilizado na elaboração de produtos químicos, tais como reagentes, detergentes etc. (Mineropar, 1988; Pugsley Jr. *et al.*, 1990).

**Explosivos** - É empregado como antiaderente em estopins (Mineropar, 1988; Pugsley Jr. *et al.*, 1990).

**Construção civil** - É utilizado como componente de argamassa, revestimento de tetos (estucos), como carga na indústria de cimento, revestimento de assoalhos do tipo tapetes, usado ainda como carga mineral em produto asfáltico e em membros impermeabilizantes (Mineropar, 1988; Pugsley Jr. *et al.*, 1990).

**Eletrodos para solda** - É empregado como escorificante e estabilizador de arco voltaico (Mineropar, 1988; Pugsley Jr. *et al.*, 1990).

**Materiais de fricção** - Usado como auxiliar corretivo (Mineropar, 1988; Pugsley Jr. *et al.*, 1990).

**Indústria de componentes eletrônicos** - A principal aplicação do talco na indústria de isolantes elétricos é na produção de porcelana e de esteatita. Na porcelana elétrica, pode ser usado até 3% de talco como agente fundente auxiliar; e no caso da esteatita, o talco é o componente principal e, dependendo das características do talco, a sua participação na composição varia de 60 a 90% (Santos, 1984; Mineropar, 1988; Pugsley Jr. *et al.*, 1990). Na indústria eletrônica são inúmeras as aplicações da esteatita, como placas de condensadores, suporte de resistências etc.

**Indústria Automobilística** - É utilizado como carga na produção de velas, tampas, juntas etc. (Mineropar, 1988; Pugsley Jr. *et al.*, 1990).

**Outras aplicações** - Sabão e velas, têxteis, esculturas e pedras de ornamentação (Agosti, 1986; Mineropar, 1988; Pugsley Jr. *et al.*, 1990).

## 5. ESPECIFICAÇÕES

**Cerâmica** - A utilização do talco na indústria cerâmica é determinada pela sua composição química e mineralógica. Assim, o conhecimento dessas características é de grande importância para o fornecedor e usuário. Nos casos de indústrias que utilizam o talco como fonte de magnésio, impurezas do tipo serpentinas são bem aceitas, por possuir teor de magnésio mais elevado do que o talco. Nos Estados Unidos a maioria das fábricas de azulejos utilizam talcos

tremolíticos por permitirem queima em temperaturas inferiores às dos talcos mais puros. A utilização do talco na indústria cerâmica é relativamente ampla, sendo usado em massas cerâmicas para produção de diversos produtos cerâmicos: azulejos, pisos, isolantes elétricos, porcelana doméstica, louça doméstica, refratários de elevada resistência ao choque térmico, refratários resistentes ao ataque de álcalis, na composição de fritas e vidrados.

**Tintas** - Nas indústrias de tinta e vernizes, o talco é muito utilizado como carga, na produção de tintas especiais, tinta látex, a óleo, impermeabilizantes, fritas metálicas para aplicações em superfícies externas, submetidas à abrasão. É bastante empregado em tintas de baixa visibilidade, tornando-se assim um material de estratégia militar. Não é usado para compor tintas de brilho intenso, pois possui um efeito de assentamento sobre a película de tinta. O talco lamelar de alta qualidade é usado tanto como carga quanto pigmento e o fibroso como agente de suspensão em diversos tipos de tintas, inclusive as tintas à prova de fogo. A cor dos talcos utilizados na fabricação de tintas deve ser igual ou mais clara que um certo padrão branco pré-estabelecido. Quanto à granulometria, eles devem passar na peneira de 325#. A absoluta desses talcos situa-se entre 2,8 a 2,9. A absorção de óleos é um fator importante, devendo ser de 27 a 31%. O teor de umidade não pode ser maior que 1%, e o pH deve situa-se entre 6,5 e 7,5 e, além disto, o teor de CaO deve ser nulo.

**Borrachas** - Nas fábricas de borrachas, o talco é usado como agente de pulverização para lubrificar os moldes e assim evitar que as superfícies se liguem durante a manufatura dos produtos. O talco menos nobre tem sido utilizado na composição de certas borrachas semiduras para válvulas. Neste caso, não importa que possua cor cinzenta ou seja proveniente de pulverização, pois a granulometria desse talco usado nas fábricas de borrachas é a de 99% passando na peneira de 325 malhas, e a umidade não excede 0,5%. O teor de SiO<sub>2</sub> deve situar-se entre 60 a 63%. Os talcos com teores de MgO menores de 26% não podem ser utilizados para este fim industrial. Os teores de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> não deverão exceder 2%. Outra exigência diz respeito aos teores de manganês e cobre, que não devem exceder a 0,01% e 0,002%, respectivamente.

**Papel** - As indústrias de papel consomem grandes quantidades de talco, para proporcionar elevada retenção e suficiente opacidade ao papel. Para isto, o talco usado na produção de papel não pode ter teor de CaCO<sub>3</sub> superior a 4%. Os óxidos de ferro presentes podem ter teor de até 2%. Na produção de papel de boa qualidade é utilizado somente talco branco, com 99% passando na peneira de

325 malhas, livre de micas e de  $\text{CaCO}_3$ , com teor de óxido de ferro menor de 1%. Para produção de papéis de cobertura de paredes pode ser usado talco de cor mais intensa.

**Cosméticos** - Na indústria moderna de cosméticos o talco é um importante componente, sua participação é maior do que qualquer outro ingrediente. Em decorrência de sua absorção e fluidez, o talco é de fundamental importância como suporte para pigmentos orgânicos e inorgânicos. As propriedades do talco de limpeza e desodorização são bastantes conhecidas. O talco é bastante usado na indústria de cosméticos e tem um grande número de aplicações: sabonetes, cremes, pomadas, rouges e pós. Contudo, comparando com outros usos, a quantidade de talco consumido em cosméticos é muito pequena. O talco do tipo cosmético é um produto caro, pois certas contaminações, presentes em muitos talcos, podem causar efeitos indesejáveis sobre a pele humana, tendo, portanto, de ser eliminados ou reduzidos a níveis aceitáveis para tal utilização. Isto é conseguido através de processos de beneficiamento do minério. Há muita exigência no setor de cosmético, com relação ao uso do talco; somente os talcos de cor excelente, livre de muitas daquelas impurezas comumente encontradas na maioria dos talcos, é aceitável pelos produtores de cosméticos. O talco tipo cosmético deve ser livre de substâncias abrasivas: dolomita, tremolita e calcita, as quais reduzem a delicadeza da substância conferindo um efeito de microabrasão quando utilizada sobre a pele. Para uso externo no corpo, o talco não deve ser afetado pela transpiração, mantendo a acidez da pele normal. Quanto à granulometria, as partículas devem ser menores de 75  $\mu\text{m}$ , com 99% passando na peneira de 325 malhas.

**Inseticidas** - Na indústria de inseticidas são usados pós inertes ou diluentes para pesticidas e inseticidas; estes são de duas categorias principais: primários e secundários. Os diluentes primários são diatomitos e terras “fuller” de natureza porosa, utilizados na preparação de inseticidas e pesticidas na forma de misturas de alta concentração para envio às fábricas, que usam os diluentes secundários e fazem as composições encontradas no mercado. Os diluentes primários devem ter baixa densidade aparente e elevado poder de absorção, enquanto que os diluentes secundários possuem maior densidade aparente e menor absorção. Dentre os diluentes secundários destaca-se o caulim e o talco. Características do talco usado na indústria de inseticidas: granulometria 99% passante na peneira de 325 malhas, densidade aparente 0,5 a 1; densidade absoluta 2,6; baixa abrasividade e alta carga eletrostática superficial; umidade 0,5%; higroscopicidade 1%; pH neutro 6,5 a 7,5.

**Têxteis** - Na indústria de têxteis o talco é moído finamente e empregado para dar peso e alvejar tecidos de algodão, cordoalha, barbantes e fios. Os sacos de acondicionar cereais, farinha de trigo, açúcar, algodão etc. são tradicionalmente fabricados com tecidos que levam um pouco de talco na sua confecção. Para uso na indústria têxtil é conveniente que o talco possua uma cor clara. Um fator importante e limitativo ao uso do talco nesse setor, é o de conter materiais duros, como quartzo e calcita, que desgastam as agulhas e facas das máquinas operantes na indústria têxtil. A umidade deve ser sempre menor que 0,5%.

**Plásticos** - A indústria de plástico usa o talco como carga e reforço na produção de artefatos diversos, na fabricação de baquelite e artigos de polipropileno e na área de massa plástica para funilaria e marmoraria, que exige um talco com baixo teor de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  e restrições quanto à granulometria. Há pouco tempo o desenvolvimento de poliamidas com carga mineral, em função de menor custo em relação ao polímero puro, abriram esse novo mercado para o talco. A poliamida vem sendo a cada dia mais utilizada na indústria eletroeletrônica e automobilística. Para melhorar a deformidade no resfriamento de peças moldadas, usa-se poliamida com talco. Na Tabela 3 são apresentadas especificações para os principais usos industriais do talco.

## 6. MINERAIS E MATERIAIS ALTERNATIVOS

Os principais minerais e materiais alternativos ao talco são caulim, carbonato de cálcio, pirofilita (agalmatolito), entre outros. Apresentamos a seguir algumas alternativas, conforme o uso: i) no setor de produtos alimentício animal pode ser utilizado como substituto do talco argilas (bentonita e sepiolita), dolomita, gipsita, limonita, manganês, perlita, fosfato, enxofre, vermiculita e zeolitas; ii) na indústria de cosméticos e farmacêutica, o carbonato de cálcio, caulim, magnésia e zeolitas são utilizados com sucesso como substitutos do talco (Harben, 1995); iii) na indústria de papel, o tanto o caulim como o carbonato de cálcio é incorporado à massa fibrosa, de forma a diminuir a quantidade de polpa de celulose necessária à produção de papel, além de melhorar as características de impressão, com melhor receptividade à tinta e impermeabilidade.

O mineral pirofilita é um filossilicato hidratado de alumínio, apresenta fórmula estrutural  $\text{Al}_2(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2$ , apresentando cerca de 28% de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 67% de  $\text{SiO}_2$ , e 5% de  $\text{H}_2\text{O}$ , com propriedades cristalográfica e físicas similares ao talco. Destacamos que embora tenham usos comuns, nem sempre são de forma

substitutiva, como pode ser constatado na indústria cerâmica, o talco sendo utilizado como fonte de magnésio, para controlar a expansão térmica, enquanto que a pirofilita fornece os elementos químicos necessários à refratariedade. O talco e a pirofilita, além de serem substitutivos, encontram concorrência em argilas especiais, filitos, caulim e determinados tipos de calcários e dolomitos. A maior parte da produção de pirofilita destina-se às indústrias de produtos minerais não metálicos, indústria cerâmica, indústria de papel e papelão, indústria de borracha, indústria química, indústrias farmacêutico e veterinário, indústria de perfumarias, sabões e velas, indústria de plásticos, indústria têxteis, indústria de produtos alimentares.

Tabela 3 – Especificações para os principais usos industriais do talco.

Usos	Tamanho	Comp.Química	Alvura	Mineralogia	Propriedades	Outros
Tintas (Espalhador)	100% < 200# 96,5% < 325#	SiO <sub>2</sub> +MgO ≥75% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ≤2% H <sub>2</sub> O+M.Vol. ≤1% Perda Fogo ≤7%	65 a 90 GE*	Partículas lamelares.	Inércia química, Hidrofobicidade, Alvura.	Peso específico 2,8 a 2,9.
Tintas (Pigmentos)	100% < 325#	MgO: 24 a 32 % SiO <sub>2</sub> : 50 a 65% CaO ≤ 9 % MgO + SiO <sub>2</sub> ≥ 88 % CO <sub>2</sub> ≤ 1 % Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ≤ 6 % H <sub>2</sub> O + MV ≤ 1 % Perda Fogo ≤ 7 %	80 a 90 GE	Partículas fibrosas (tremolítico).	Alvura, Inércia química, Adsorção de óleos 27 a 31%.	Peso específico 2,8 a 2,9.
Cosméticos (Carga)	99,6% < 325#	Perda Fogo: 3 a 8 % Chumbo < 20 ppm Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> < 0,75 Solução Ac. < 2 % Sol. H <sub>2</sub> O < 0,2 % pH : 6,5 até 9,5 As < 3 ppm % Sol.CaO < 1,5 %	85 a 92 GE	Sem tremolita e carbonatos.	Hidrofobicidade natural, Leveza, Lisura, Maciez, Inércia química, Alvura.	-----
Papel (Cobertura)	98,8 a 99,9% < 325 #	CaCO <sub>3</sub> < 4 % Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ≤ 2% MgO: 30,7 a 31,7 % SiO <sub>2</sub> : 47,4 a 58,2 % CaO: 0,3 a 1 % Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 0,4 a 1 % PF: 6,9 a 20,3 %	77 a 87 GE	Isento de tremolita.	Hábito placóide, Inércia química, Alvura.	Peso específico 2,8 a 2,9. Partículas lamelares.
Inseticida	90% < 325#	pH 8	-----	-----	Inércia química.	Adsorção.
Cerâmica (Branca)	97% < 325# 100% < 200#	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ≤ 1,5 % CaO ≤ 1,5 % Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ≤ 4 %	> 80 GE	Minerais não talco, máx. 5 a 10%.	Fundente.	MgO : o mais alto possível.
Borracha (lubrificante)	99% < 325#	SiO <sub>2</sub> = 60 a 63 % MgO = 26 a 33 % Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> < 2 % Mn < 0,01 % Cu < 0,002 %; PF=5 %	Branco.	-----	Hidrofobicidade, Inércia química.	Umidade 3%.
Têxteis	sem resíduos arenosos	-----	-----	Sem minerais de alta dureza.	Alvura.	-----
Sabão 1ª Linha. Sabão 2ª Linha.	99% < 325#	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 5 % MgO ≥ 30,6 % SiO <sub>2</sub> = 54 % Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 0,8 % CaO = 0,1 %	talco claro.  talco escuro.	-----	Inércia química, Alvura.	Umidade < 1%. Perda ao fogo 3%.
Papel (carga)	95% < 400#	-----	58 a 78 GE	-----	Inércia química, Hidrofobicidade.	-----
Rações (veículo)	95% < 200#	-----	-----	Sem minerais de dureza > 4.	Inércia química.	Umidade 3 a 5 %.
Fertilizantes	95% < 200#	-----	-----	-----	Inércia química.	Umidade 3 a 5 %.
Plástico (carga e reforço)	100% < 200#	-----	≥ 77 GE	Talco ou Pirofilita.	Inércia química, Alvura.	Isento de umidade.
(Anti-aderente)	100% < 325#	-----	≥ 77 GE	Talco ou Pirofilita.	Inércia química, Alvura.	Acidez baixa.

\*GE (General Electric): unidade de medida de Alvura quando é usado como padrão uma pastilha de MgO.

Fontes: Luz *et al.* (1990); Pontes *et al.* (1995); Loyola (2003).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, F. S. (1973). Recursos minerais do Brasil. São Paulo: Edgard Bucher, vol. 1, p. 254.
- AGOSTI, G. (1986). Alternativa para utilização do Talco na Indústria. In: III Encontro Nacional do Talco. Ponta Grossa-PR. Anais, p. 73 – 93.
- AMARAL, R. Q. (2007). Talco e Pirofilita. Sumário Mineral Brasileiro. DNPM. Brasília – DF, [www.dnpm.gov.br](http://www.dnpm.gov.br), abril/2008, p. 166-167.
- ANDREWS, P. R. A. (1986). Processing talc in Canada: a review of studies at CANMET. Industrial Minerals, London, nº 225, June, p. 63-68.
- ANTUNES, J. G. (1994). Biolixiviação de ferro e manganês presentes no talco. In: Jornada Interna do CETEM, 2ª, Rio de Janeiro. Anais, vol. 2, p.87.
- ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO. (2006). DEM/DNPM/MME, Brasília, DF. [www.dnpm.gov.br](http://www.dnpm.gov.br), abril/2008.
- ARBITER, N., FUJII, Y., HANSEN, B. e RAJA, A.(1975). Surface properties of hydrophobic solids. AICHE Symposium Series, vol. 150, nº 71, p. 176-182.
- BERG, E. A. T. (1986). Aplicação do talco na indústria cerâmica. In: III Encontro Nacional do Talco. Ponta Grossa-PR. Anais, p. 11-21.
- BERG, E. A. T. e LOYOLA, L. C. (1987). Contribuição ao estudo do talco do Estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 31, Brasília, 1987. Anais. Brasília: Associação Brasileira de Cerâmica, vol.2, p. 783-785.
- CAMPOS, L. E. G. (2001.). Talco e Pirofilita. Balanço Mineral Brasileiro, – DNPM/MME, Brasília – DF.
- CELINSKI, L. (1967). Ocorrências de minérios de alguma possibilidade econômica no Estado do Paraná. Engenharia Mineração e Metalurgia, vol. 46, nº 273, p.127.
- CHANDER, S., WIE, J. M. e FUERSTENAU, D. W. (1975). On the native flotability and surface properties of naturally hydrophobic solids. AICHE Symposium Series, vol.150, nº 71, p.183 -188.

- CIMINELLI, R. R. (1984). Talco na Bahia – aspectos técnicos e comerciais. In: II Encontro Nacional do Talco. Ponta Grossa-PR. Anais, p. 67-73.
- CIMINELLI, R. R. (1986). O Talco em uso cosmético – Controle de qualidade na exploração e beneficiamento. In: III Encontro Nacional do Talco. Ponta Grossa-PR. Anais, p. 52-71.
- CIMINELLI, R. R. (1990). Cargas ou minerais funcionais - desafios e tendências tecnológicas e mercadológicas para a década de 90. In: II Simpósio de Cargas Minerais/ V Encontro Nacional do Talco. Ponta Grossa-PR. Anais, p. 187-191.
- CLIFTON, R. A. (1985). Talc and pyrophyllite. Washington: Bureau of Mines, p. 380-385 (Bulletin 675).
- CORAIOLA, R. (1988). Pigmentos utilizados em coberturas de papéis. In: IV Encontro Nacional do Talco, II Simpósio de Cargas Minerais. Ponta Grossa-PR. Anais, p. 316-318.
- DANA, J. D. e HURLBULT, C. S. (1984). Manual de mineralogia. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, vol. 2.
- DUDENHOV; S. V., SHUBOV, L. Y., GLAZUNOV, L. A. *et al.* (1980). Fundamentos de la teoría y la práctica de empleo de reactivos de flotación. Editora MIR, URSS. p.160-163.
- FONT-ALTABA, M. (1969). Atlas de Mineralogia. Ediciones Jover, 3ª edição, Barcelona. p. E/5.
- FUERSTENAU, D. W. (1962). Froth Flotation, 50th Anniversary volume. New York, AIME.
- GAUDIN, A. M. (1957). Flotation. New York: Mc Graw-Hill, 573p., p. 530.
- GOMES, L. M. B. (1988). Controle físico químico da flotabilidade natural do talco pela carboximetilcelulose. Rio de Janeiro : COPPE/UFRJ (Tese de Mestrado). p. 2-4.
- GLEMBOTSKY, V. A. e KLASSEN, vol. I. (1972). Flotation. New York:, 633p. p. 430-431.

- GRESHNER, O. (1984). Talco e o controle de qualidade. In: II Encontro Nacional do Talco. Ponta Grossa-PR. Anais, p. 105-125.
- GRIFFITHS, J. (1989). South Africa's Minerals: Diversity in adversity. *Industrial Minerals*, nº 263, August, p. 50.
- HARBEN, P. W. (1995). A Guide to Markets, Specifications, & Prices. *The Industrial Minerals HandyBook*, Second edition, New York, p. 182 - 186.
- MCCARTHY, E. F.; GENCO, N. A.; READE JR., E. H. (2005). Talc: Commodities, Markets, and Uses. In: *Industrial Minerals and Rocks*. Society for Mining, Metallurgy, and Exploration-SME, 7<sup>TH</sup> Edition, Jessica Elzea Kogel, Nikhil C. Trivedi, James M. Barker, Stanley T. Krukowski. Littleton, Colorado, USA, p. 971-986
- IRVING, D.R. (1960). Talc, soapstone and pyrophyllite. Washington: Bureau of Mines. (Bulletin 585).
- KHO, C. J. e SOHN, H. J. (1989). Column flotation of talc. *International Journal of Mineral Processing*. vol. 27, p. 157- 167.
- LEJA, J. (1982). *Surface Chemistry of Froth Flotation*. University of British Columbia, Vancouver. Editora Plenum Press, New York. p. 42-43.
- LOYOLA, L. C. (2003). O Distrito de Talco do Paraná, Gênese e Características dos Minérios. Curitiba: Universidade Federal do Paraná/PR. (Tese de Mestrado).
- LUZ, A. B., PONTES, I. F. e PORPHIRIO, N. H. (1990). Estudo de beneficiamento do talco de Ponta Grossa; escala de bancada, In: XIV ENCONTRO NACIONAL DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS E HIDROMETALURGIA. Salvador-BA. Anais, vol.1, p. 107-122.
- LUZ, A. B., PONTES, I. F. e ALMEIDA, S. L. M. (1990). Beneficiamento de talco: usina piloto. Rio de Janeiro: CETEM. Série de Tecnologia Mineral, 52.
- MANSER, R. M. (1975). *Handbook of silicate flotation*. London: Warren Spring Laboratory. p. 149-153.
- MARINI, O. J. e LEPREVOST. A. (1967). Principais recursos minerais do Grupo Açungui no Estado do Paraná. *Boletim Paranaense de Geociências* 23 e 25, p. 158-181.

- McHARDY, J. C. (1972). Surface chemistry of talc flotation. Montreal: Mc Gill University. (Tese).
- MICHAEL, B. Mc. (1990). Industrial Minerals of Eire: Talc - Westport 10 years on. Industrial Minerals, nº 274, p. 33-53.
- MINERAL COMMODITY SUMMARIES. (1995). Washington: United States Department of the Interior. Bureau of Mines.
- MINERAL COMMODITY SUMMARIES. (2001). Washington: United States Department of the Interior. Bureau of Mines.
- MINERAL COMMODITY SUMMARIES. (2004). Washington: United States Department of the Interior. Bureau of Mines.
- MINERAL COMMODITY SUMMARIES. (2008). Washington: United States Department of the Interior. Bureau of Mines, [www.usgs.gov](http://www.usgs.gov), abril/2008.
- MINEROPAR - MINERAIS DO PARANÁ S. A. (1988). Consumo mineral na indústria de transformação. Curitiba-PR. p. 307-322.
- MORAES, J. M. e PINHEIRO, S. (1956). 1ª Expedição Científica à Serra de Paranapiacaba e Alto da Ribeira - Conselho de defesa do Patrimônio Natural do Paraná. Curitiba-PR, p. 39-41.
- MURATORI, A. (1984). Panorama Mineral do Talco no Paraná, In: II Encontro Nacional do Talco. Ponta Grossa-PR. Anais, p. 25-35.
- OLIVEIRA, D. E. (1988). Uso do Talco na Indústria Cerâmica. In: IV Encontro Nacional do Talco, II Simpósio de Cargas Mineraias. Ponta Grossa-PR. Anais, p. 227-232.
- PARFENOFF, A., POMEROL, C. e TOURENQ, J. (1970). Les minéraux en grains. Paris: Masson. 600 p.
- PEREIRA, A. L. (1988). Influência da presença de argilos-mineraias nos talcos e sua consequência na indústria cerâmica. In: IV Encontro Nacional do Talco, II Simpósio de Cargas Mineraias. Ponta Grossa-PR. Anais, p. 110-111, 118, 120-122.

- PEREIRA, F. W. (1990). Expanding the talc pitch-control market in Japan. *Industrial Minerals*, nº 270, p. 22, 55 e 147.
- PIGA, L. e MARUZZO, G. (1992). Preconcentration of an Italian talc by magnetic separation and attrition. *International Journal of Mineral Processing*, Aug. vol.35, nº 3 e 4, p. 291-297.
- PINHEIRO, J. C. F. (1973). Perfil analítico do talco. *Boletim M.M.E./DNPM*. Rio de Janeiro. nº 22, p. 26-27.
- PONTES, I. F. (1995). Purificação de Talco do Paraná por Flotação e Alvejamento Químico. São Paulo: EPUSP/USP (Tese de Mestrado).
- PUGSLEY, JR. R. O., ABEL, S., SOUZA, P.G.C. e BERG, E.A.T. (1990). Talco: noções básicas e aplicações industriais. Ponta Grossa: Itaiacoca S.A. Mineração Indústria e Comércio.
- RAU, E. (1985). Talc. In: *SME Mineral Processing Plant*. New York, AIME. Sec. 29, p. 20-21.
- RUSSELL, A. (1990). Tour D - Three springs talc mine. *Industrial Minerals*, nº 273, p.71.
- SANTOS, P. S. (1975). Tecnologia de Argilas Aplicada às Argilas Brasileiras, São Paulo: Edgard Blucher. 2 volumes, p. 38-39, 51, 56-57.
- SANTOS, P. S. (1984). Aspectos fundamentais do talco em relação com a utilização industrial. In: *II Encontro Nacional do Talco*. Ponta Grossa-PR. Anais, p. 82-103.
- SHIMABUKURO, N. T., BALTAR, C. A. M. e VIDAL, F. W. H. (1979). Beneficiamento de talco; estudos em escala de bancada. Brasília: CETEM/DNPM. 33 p. Série de Tecnologia Mineral, 2.
- SOUZA, P.E.C. (1988). Caracterização das minas de talco do Paraná. In: *IV Encontro Nacional do Talco, II Simpósio de Cargas Minerais*. Ponta Grossa-PR. Anais, p. 335-340.
- SUMÁRIO MINERAL BRASILEIRO – DNPM (2007). Talco e Pirofilita, p.166-167, [www.dnpm.gov.br](http://www.dnpm.gov.br), abril/2008.

SUTHERLAND, K. L. e WARK, I. W. (1955). Principles of flotation. Melbourne: Australasian Institute of Mining Metallurgy, p. 334-335.

VELHO, J. A. G. L. e GOMES, C. S. F. (1989). Matérias primas minerais alternativas do caulino para carga e cobertura do papel. Portugal; Universidade de Aveiro/Departamento de Geociências. vol. 4, p. 181-202.

WILLS, B. A.(1988). Mineral Processing Technology. An Introduction to the Practical Aspects of Ore Treatment and Mineral Recovery. 4ª edição, Oxford, England. Pergamon Press. p. 478-482.

WORLD OF MINERALS. (1988). Industrial Minerals, nº 252, September, p.16-33.

WORLD OF MINERALS. (1994). Industrial Minerals, nº 318, March, p. 11-13.