



Distinção mineralógica e tecnológica do minério de crisotila da mina de Cana Brava

Mírian Cruxên Barros de Oliveira¹
José Vicente Valarelli²
José Moacyr Vianna Coutinho¹
Ely Borges Frazão¹
Eduardo Brandau Quitete¹

¹ Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. (IPT)
² Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo e Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp)

A presente pesquisa foi efetuada no âmbito do convênio técnico existente entre o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) e a Sama — Mineração de Amianto Ltda. Para a realização deste trabalho foram efetuados quatro projetos de pesquisa e desenvolvimento, financiados quase integralmente pela Sama, durante cinco anos de trabalho e que redundaram inclusive em Tese de Doutorado (Oliveira, 1996).

A Mina de Cana Brava (foto 1), pertencente à Sama localiza-se no maciço de mesmo nome, no Município de Minaçu, no Estado de Goiás, e responde

Para tanto, foram selecionadas e estudadas amostras de rocha típicas de 10 frentes de lavra em operação na mina em 1994. Os materiais estudados foram amostras de rocha *in natura*, rocha britada (e em parte atritada), fibras brutas, fibras semi-brutas e fibras beneficiadas. Os métodos utilizados foram: análises mineralógicas e petrográficas, bem como ensaios físico-mecânicos nas rochas *in natura*. Das amostras de rocha britada foram estudados os materiais com granulometria 0,074 mm, através de microscopia óptica e, eventualmente, microscopia eletrônica.

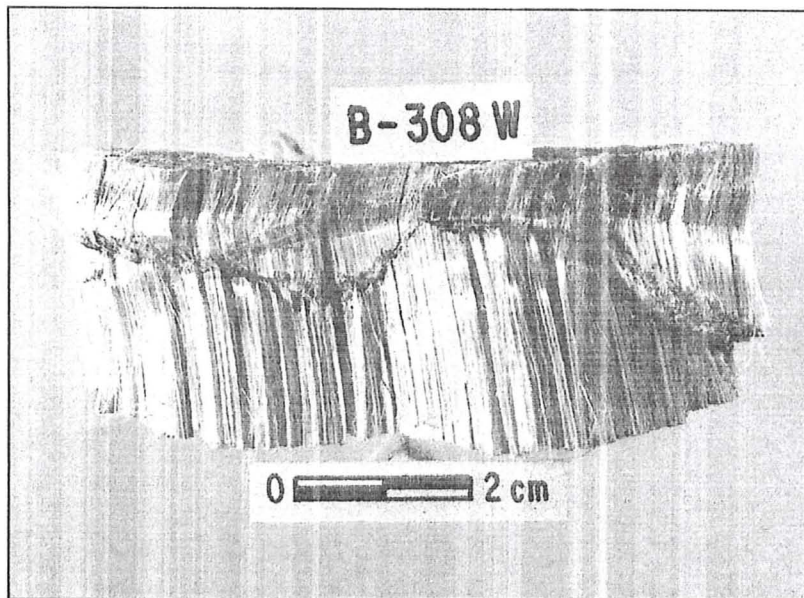


Foto 2 - Aspecto de vênula de fibras de crisotila, destacada da rocha. Ao longo da fratura ocorrem cristais de magnetita

por quase todo o amianto produzido no Brasil. A mineralização relaciona-se com serpentinitos associados a rochas metabásicas e meta-ultrabásicas do Maciço de Cana Brava. A jazida consiste de duas cavas a céu aberto, A e B, nas quais se lavram os corpos de minério.

O objetivo principal desta pesquisa foi efetuar a caracterização tecnológica do minério *in natura* (rocha e fibra), do minério britado (com ênfase no material de granulometria inferior a 0,074 mm) e das fibras semi-brutas e beneficiadas, visando discriminar características físico-mecânicas e petrográficas que contribuíssem para a melhoria da qualidade do processo de beneficiamento.

ca de varredura. Nas amostras de fibras brutas, semi-brutas e beneficiadas, foram efetuadas análises mineralógicas e vários ensaios tecnológicos.

A importância do estudo das características físico-mecânicas do serpentinito se prende ao fato de que no beneficiamento do minério de amianto crisotila, empregam-se exclusivamente métodos físicos, a seco. O processo não utiliza aditivos, consistindo basicamente na liberação da fibra contida na matriz rochosa ou veios, através de sucessivos estágios de britagem, peneiramento e-aspiração, com posteriores estágios de limpeza e classificação.



Generalidades Sobre o Amianto

Amianto e asbesto são termos genéricos aplicados a silicatos fibrosos naturais de diferentes composições químicas, que se apresentam em muitos tipos e texturas. As variedades de amianto se enquadram em dois grandes grupos, de acordo com sua composição química e estrutura cristalina: o grupo das serpentinas e o grupo dos anfíbios. No grupo das serpentinas a principal variedade é a crisotila.

O amianto crisotila é um material singular, por suas propriedades de incombustão, isolamento térmico e resistência mecânica, principalmente. Daí resultam inúmeras aplicações, das quais a mais importante reside na construção civil. Cerca de 85% a 90% do amianto produzido é utilizado para o fabrico do cimento-amianto. Além disso, usos alternativos da crisotila vêm sendo pesquisados com sucesso, como por exemplo, na despoluição de rios, devido principalmente à sua característica de atrair e reter em suas paredes outras substâncias.

O que torna o amianto incomparável é o conjunto de suas propriedades. Por isso, continua tendo centenas de diferentes aplicações em importantes setores industriais. Isoladamente, uma ou mais de suas qualidades são encontradas em outros materiais naturais e artificiais. Porém, juntá-las todas em um só produto, com igual desempenho e custo comparável, por enquanto tem sido apenas sonho perseguido por laboratórios do mundo inteiro.

Os riscos que podem ser relacionados com o amianto crisotila são algumas doenças pulmonares, caso ocorra inalação de grandes concentrações de fibras de amianto, por longo espaço de tempo. Medidas preventivas e seu uso controlado, abrangendo cuidados na extração, processamento, manuseio e industrialização são essenciais, bem como a conscientização sobre os reais perigos por ele representados. A crisotila, que corresponde hoje a 98,5% de todo o amianto consumido no mundo, apresenta efeitos diferenciados e menos significativos para a saúde humana do que os anfíbios (Churg, 1988). A nível nacional é o único mineral do grupo do amianto, cujo uso controlado é aceito pelas normas de legislação ambiental. O decreto nº 2.350, que regulamenta a lei nº 9.055, de 01/06/1995, sobre a

extração, a industrialização, a utilização, a comercialização e o transporte do amianto crisotila em todo o território nacional foi assinado no dia 16 de outubro de 1997, pelo Presidente da República e por todos os ministros.

Na França a utilização do amianto foi interdita, desde janeiro de 1997, salvo para alguns fins especiais. Segundo Alaman, Mossman (1997), os planos de eliminação sistemática do amianto foram mal planejados e mal conduzidos. A mortalidade imputada ao amianto, tanto em ambiente fechado como ao ar livre, é pequena quando comparada aos riscos do consumo excessivo do tabaco, de drogas ou do álcool. A crença irracional de que "uma só fibra mata" não tem nenhum fundamento científico. Favre-Trosson (1997) comenta que a utilização de fibras minerais artificiais deve ser encarada com prudência, afim de não difundir o uso de produtos cuja toxicidade é igual ou superior à do amianto. A nocividade depende da razão compri-

mento/diâmetro das fibras (as mais perigosas apresentam um diâmetro de 0,5 micrômetro e comprimento entre 5 e 15 micrômetros) e da sua biopersistência. A biopersistência das fibras artificiais é inferior à do amianto, exceto a das fibras cerâmicas. No entanto, todas as fibras substitutivas conhecidas hoje em dia estão classificadas pelo Centro Internacional de Pesquisa sobre o Câncer como potencialmente cancerígenas para o homem (Favre-Trosson, 1997). Descobrir substitutos à altura do amianto e livres de nocividade à saúde humana consiste num grande desafio à Ciência e à Tecnologia do 3º milênio.

Geologia

O Complexo máfico-ultramáfico de Cana Brava, onde está inserida a mina, apresenta-se como um corpo alongado, com cerca de 40 km de comprimento e 14 km de espessura; possui mergulhos entre 30° e 50° para NW e é

Mineração Caraíba S.A.

Com a desativação da mina a céu aberto da Mineração Caraíba S.A. em 1998 serão disponibilizados para venda, aluguel ou serviços de operação, alguns equipamentos, parte deles ainda a partir do segundo semestre de 1998.

Solicita-se aos interessados que contactem a Mineração Caraíba através de fax (074) 832-1020/1021.

- 7 un Caminhão Dresser Haulpak 630E de 190 t. Motor Detroit 1.800 HP.
- 4 un Escavadeiras PH - 1.900 - Caçamba 12 cy.
- 1 un Pá-Carregadeira Marathon L 1100 - 22 cy.
- 3 un Perfuratrizes rotativas 9.7/8 BE 55 R sendo 2 un modernizadas.
- 1 Britador Giratório 54" x 74", potência 540 HP modernizado com pontes rolantes, alimentador de sapatas de 60" e correia extratora de 40", comprimento 670 m, cap. 2.000 t/h, subestação abaixadora 13,8 kv para 4,14 kv e 440 V.
- 1 un Stackers fab. Vileares com 2 lanças móveis de 42", capacidade 2.000 t/l, com trilhos, modernizado.
- 1 un Retomador de caçamba fab. Vileares capacidade 1.500 t/h com trilhos, carro de transferência e 2 correias de retomada de 42" capacidade 2.000 t/h, comprimento 890 m.
- 1 un Moinho de Bolas 16,5" x 25" (4,92 m x 7,5 m) fabricação Faço, potência 4.000 HP (Sincrono).
- 2 un Tanque Irrigador de 80.000 litros montado sobre caminhão Haulpak 120D.
- 15 un Caminhões Haulpak 120 t semi completo.
- 1 un de rebaixamento de energia (subestação) completo de 1 transformador de 230 kv/13,8 kv e 60 MVA.
- Mineração Caraíba S.A.

Fazenda Caraíba S/Nº - CEP: 48967-000 Jaguarari - Bahia
Fone: (074) 832-1010 Fax: (074) 832-1093



constituído, segundo Girardi; Kurat (1982), por metagabros, metagabro-noritos, metanoritos, anfíbolitos, metapiroxenitos e serpentinitos.

Pamplona, Nagao (1982) reconhece, dentro do conjunto básico-ultrabásico de Cana Brava, três unidades litológicas, sendo a basal constituída por rochas metabásicas da fácies epidoto-anfíbolito, outra formada por rochas ultrabásicas (serpentinitos e piroxenitos) e finalmente uma unidade constituída por rochas gábricas e gabronoríticas.

A Mina de Cana Brava é constituída por três corpos mineralizados principais (denominados A, B e F), com área total de 14 km², situa-se na extremidade sudeste do pacote de rochas ultrabásicas, representadas por serpentinitos e piroxenitos, do Complexo básico-ultrabásico de Cana Brava. Estes serpentinitos são oriundos de hidrotermalismo sobre dunitos. Cortando os serpentinitos ocorrem veios de crisotila, com direções, comprimentos e espessuras muito variadas.

A faixa mineralizada, de forma grosseiramente tabular, estende-se por cerca de 6,3 km no sentido N-NE, correspondendo à borda sul do Maciço de Cana Brava. Apresenta espessura de 70 a 120 m e mergulho de 30° a 50° para NW-W; a profundidade máxima conhecida para o corpo A é de 260 m; para o corpo B, 250 m; e para o corpo F, 50 m, que correspondem aos limites de informação obtidos pelas sondagens executadas. Praticamente toda a faixa mineralizada encontra-se coberta por solo residual, que varia de poucos centímetros a 15 m de espessura.

Em 1985, Hasui, Magalhães diferenciaram os serpentinitos mineralizados em tipo 1 (SP 1) e 2 (SP 2) utilizando como critério principal a cor macroscópica das rochas. As de cor marrom foram denominadas de SP 1 e as de cor verde, de SP 2; rochas espacialmente intermediárias, ou com cores entre os dois extremos foram denominadas de SP 1-2. Foram utilizados como critérios classificatórios também algumas características morfológicas, como espessura, mergulho e estruturas locais, bem como mineralogia e texturas das rochas.

Os corpos mineralizados contêm veios de crisotila distribuídos errática-

mente na massa serpentínica (mineralização do tipo *stockwork*) ou na forma paralela (tabular) em menor frequência. A fibra é geralmente do tipo *cross* (perpendicular às paredes do veio) e raramente do tipo *slip* (paralela às paredes do veio). Caracteriza-se por ser flexível, não talcosa e medianamente sedosa, seu comprimento real varia de 1 a 20 mm e o comprimento médio é de 6 mm.

Petrografia dos Serpentinitos

Aos aspectos macroscópicos distintos dos dois tipos de serpentinitos somaram-se aspectos microscópicos (Oliveira, Coutinho, Frascá, 1992), obtidos através de análises petrográficas em seções delgadas e polidas, análise térmica-diferencial, termogravimetria, estudos por difração de raios-X, por microscopia eletrônica de varredura e estudos petroquímicos. A tabela 1 apresenta os principais aspectos petrográficos dos serpentinitos 1 e 2.

O serpentinito tipo 1-2 apresenta características petrográficas intermediárias entre os outros dois.

Veios e vênulas de crisotila por vezes associada à magnetita e/ou calcita, ocorrem tanto nos SP 1, como nos SP 2. Observam-se feições indicativas de várias fases de deformação (dúctil, dúctil-rúptil e rúptil), nos SP 1, nos SP 2 e até mesmo em veios e vênulas de crisotila.

Características físico-mecânicas dos serpentinitos

Foram executados os seguintes ensaios: determinação de índices físicos (massa específica aparente, porosidade aparente e absorção

d'água), resistência à abrasão Los Angeles, resistência ao impacto Treton, determinação da velocidade de propagação de ondas P e resistência à compressão uniaxial. Os valores médios destes ensaios encontram-se na Tabela 2.

	SP 1	SP 2
Cor	Marrom	Verde
Minerais principais	Serpentinó, olivina, magnetita + hematita, piroxênio	Serpentino, magnetita
Natureza da serpentinita	Antigorita e/ou lizardita crisotila	clara predominância de crisotila
Grau de alteração intempérica	fraca a moderada	praticamente são
Textura	Decussada ou mesh (preservada por vezes deformada) a nemato-blástica	textura mesh vestigial ou destruída por deformação; blastoporfirítica a porfiroblástica

Frazão, Oliveira (1995) e Oliveira *et al* (1997) ressaltam a dificuldade de se efetuar a categorização geomecânica ou tecnológica das amostras estudadas, pelo fato de não haver disponibilidade suficiente de dados na literatura sobre características físicas e físico-mecânicas de materiais semelhantes a estes.

Características dos materiais com granulometria 0,074 mm

Este material foi obtido a partir das rochas britadas e das rochas britadas-atritadas, através de análises granulométricas a úmido. As rochas

Tabela 2 — Valores médios das características físico-mecânicas dos serpentinitos.

Tipo de Serpentinito	Índices físicos(1)			Abrasão Los Angeles (%) (2)	Impacto Treton (%) (3)	Velocidade de propagação de onda P (m/s) (4)	Compressão Uniaxial (MPa) (5)
	ρ (Kg/m ³)	η (%)	α (%)				
SP 1	2.584 ± 14	1,63 ± 0,39	0,63 ± 0,15	13 ± 3	10,3 ± 1,0	5.295 ± 310	138 ± 31
SP 2	2.107 ± 3	2,28 ± 0,51	0,90 ± 0,20	16 ± 2	12,8 ± 0,8	4.630 ± 200	64 ± 15
SP 1-2	2.548 ± 3	2,53 ± 0,66	1,01 ± 0,27	13 ± 2	11,7 ± 0,6	4.830 ± 270	90 ± 22

a) Ensaios realizados de acordo com as normas: (1) ABNT NBR 12.799/92; (2) ABNT NBR 6.465/84; (3) ABNT NBR 8.938/78; (4) ASTM D 2.845/69; (5) ABNT NBR 12.767/92.

b) ρ = massa específica aparente seca; η = porosidade aparente; α = absorção d'água aparente

Tabela 4 — Valores médios dos ensaios de resistência à tração (RT) das amostras de fibras brutas.

Amostra Nº	Temperatura Ambiente			Aquecimento a 300°C por 20'			Aquecimento a 500°C por 20'		
	Valores médios RT (MPa)	No de corpos-de-prova rompidos	CV (%)	Valores médios RT (MPa)	No de corpos-de-prova rompidos	CV (%)	Valores médios RT (MPa)	No de corpos-de-prova rompidos	CV (%)
1	2.638	162	10						
2	2.579	175	9	2.520	172	17	2.687	183	11
3	2.579	147	13	2.717	158	10	2.717	185	10
5	2.668	117	14						
6	2.618	87	11	2.746	172	10	2.687	173	13
7	2.687	152	11	2.697	48	7	2.726	32	8

Nota: CV = Coeficiente de Variação = Desvio padrão (%) / média

britadas-atritadas foram submetidas a uma atrição em moinho de aço sem corpos moedores, a uma velocidade de 73 rotações por minuto. Este ensaio foi sugerido por Cassola (1993), para discriminar as rochas quanto ao grau de "fragilidade", simulando a geração de finos aderidos ao minério nas operações de manuseio e secagem, processados a baixo nível de energia.

As análises mineralógicas destes materiais foram efetuadas por microscopia óptica, com contagem de cerca de 1.000 pontos por amostra. Uma das amostras foi também analisada por microscopia eletrônica de varredura e por dispersão de energia (EDS). A tabela 3 apresenta o resultado das análises mineralógicas por tipo de serpentinito.

A antigorita e/ou lizardita em agregados é o material predominante em todas as amostras estudadas, seguida da crisotila, ou dos opacos e, em algumas amostras, de carbonato. Os silicatos ocorrem sempre em quantidades acessórias.

As análises mineralógicas do material fino procedente da rocha britada e da rocha britada-atritada são muito semelhantes.

Características tecnológicas das fibras de crisotila

Oliveira (1996) caracterizou as fibras nos seus três estados: bruta (exatamente como ocorre na natureza), semi-bruta (obtidas após tratamento na usina piloto) e beneficiada ou comercial — é o produto final da Sama (obtida após tratamento na usina de beneficiamento).

Todas elas foram analisadas macroscopicamente, por microscopia óptica, por difração de raios-X, análise térmica-diferencial e termogravimetria (ATD e TG), complementada por microscopia eletrônica de varredura. Nas fibras brutas foram efetuadas também análises de espectroscopia de infra-vermelho e de resistência à tração.

Para a caracterização das fibras semi-brutas e beneficiadas foram utilizados os resultados dos seguintes ensaios: deter-

minação do índice de comprimento (IC), determinação do conteúdo de finos (LA), determinação da unidade de resistência à flexão (UR). Estes ensaios são efetuados rotineiramente pela Sama, em seus laboratórios e seguem as diretrizes propostas pela *Quebec Asbestos Mining Association* (QAMA).

Para a medida da resistência à tração das fibras brutas foi desenvolvido um método por Oliveira, Quitete (1992), que utiliza um testador de resistência de algodão Pressley. Foram ensaiadas seis amostras de fibra bruta à temperatura ambiente (cerca de 200 corpos-de-prova cada uma), e quatro amostras de fibras aquecidas às temperaturas de 300° e 500°C (cerca de 100 corpos-de-prova cada uma).

Os ensaios de resistência à tração revelaram valores médios entre 2.580 MPa a 2.730 MPa, com coeficiente de variação da ordem de 10 a 17%. Os valores de resistência à tração são muito semelhantes para as amostras ensaiadas à temperatura ambiente e ligeiramente superiores para as amostras aquecidas a 300° e a 500° C (tabela 4).

Macroscopicamente as fibras brutas apresentam cor verde, brilhante, são compactas, flexíveis e sedosas ao tato (foto 2), são compostas essencialmente por crisotila: podem ocorrer pequenas quantidades de magnetita, hematita, quartzo e/ou mica.

As fibras semi-brutas e beneficiadas são compostas essencialmente por crisotila, com quantidades subordinadas de hematita, magnetita, piroxênio e calcita. As fibras beneficiadas normalmente apresentam teor de impurezas maior que as fibras semi-brutas.

A tabela 5 apresenta os valores médios dos ensaios tecnológicos efetuados nas fibras semi-brutas e beneficiadas.

Discussão dos resultados

A grande variação nos valores dos ensaios físico-mecânicos das amostras de rocha *in natura* é consequência da heterogeneidade física e estrutural dos serpentinitos. A heterogeneidade física é refletida no comportamento da "matriz" rochosa; a estrutural deve-se às inúmeras fraturas preenchidas ou não, com as fibras de crisotila. O próprio preenchimento das fraturas por fibras não é homogêneo,

Tabela 3 — Análise mineralógica por microscopia óptica do material com granulometria 0,074 mm procedente da rocha britada e da rocha britada-atritada

Tipo	SP 1		SP 2		SP 1-2	
	Britada	atritada	Britada	atritada	Britada	atritada
Crisotila	20	20 a 25	20 a 25	20 a 40	20 a 25	15 a 20
Antigorita e/ou lizardita	40 a 50	35 a 45	40 a 45	35 a 40	40 a 45	35 a 45
Opaco*	20	20 a 25	20 a 25	15 a 30	15 a 25	25 a 30
Carbonato	3 a 15	5 a 15	5 a 15	5 a 15	5 a 20	10 a 25
Outros Silicatos**	2 a 5	5	1 a 5	1	1 a 5	1 a 5
Notas:	valores em porcentagens avaliadas visualmente					
	* especialmente magnetita e hematita					
	** olivina e piroxênio					

Tabela 5 — Síntese dos resultados dos ensaios tecnológicos das amostras de fibras semi-brutas e beneficiadas.

Amostras	Índice de Comprimento		Teor de Finos (0,074 mm)		Unidade de Resistência à Flexão	
	semi-bruta	beneficiada	semi-bruta	beneficiada	semi-bruta	beneficiada
SP 1	689	456	28	48	133	98
SP 2	837	754	25	36	129	119
SP 1-2	439	300	22	56	114	84

pois algumas estão ocupadas mais densamente do que outras.

Os ensaios que representam melhor a matriz rochosa são os de índices físicos, abrasão Los Angeles e de impacto Treton, pois normalmente as fibras são removidas na própria preparação das amostras.

Os ensaios nos quais os fatores estruturais estão representados junto com a “matriz” rochosa são os de compressão uniaxial e de velocidade de propagação de ondas, pois são executados em corpos-de-prova prismáticos individuais de maior dimensão que os anteriormente mencionados.

A análise conjunta de todos os ensaios efetuados nos diversos tipos de amostras estudadas permite que se façam as considerações a seguir.

As diferenças petrográficas dos SP 1 e SP 2 conduzem a comportamentos físico-mecânicos distintos, que se refletem na resposta destas rochas frente ao processo de beneficiamento.

Assim, nos SP 1 a separação dos veios de crisotila da matriz da rocha, por meio de sucessivos estágios de britagem, peneiramento e aspiração, provoca um aumento no teor de finos das fibras beneficiadas. Isso acontece porque os veios de crisotila apresentam muitas vezes espessura sub-milimétrica, dificultando sua liberação.

Nos SP 2, o processo de beneficiamento separa tanto os veios de crisotila da rocha como as fibras que constituem a matriz. Desta forma, os mesmos estágios de britagem, peneiramento e aspiração utilizados para o SP 1 tenderiam aqui a diminuir o comprimento

das fibras e aumentar seu teor nos finos associados às fibras beneficiadas.

A explicação para estes comportamentos distintos reside principalmente nos minerais constituintes. Assim, nos SP 1, a desagregação da rocha, com a conseqüente liberação dos veios de fibra curta, é dificultada pela predominância, na matriz rochosa, de antigorita e/ou lizardita e silicatos duros (olivina e piroxênio).

Nos SP 2, a ausência de silicatos duros e baixos teores de antigorita e/ou lizardita, torna a rocha mais desagregável, facilitando a aspiração das fibras.

Conclusões e recomendações

O estudo dos serpentinitos mineralizados permitiu uma caracterização petrográfica-tecnológica dos mesmos, confirmando a distinção entre três tipos, de características diferentes, de propriedades tecnológicas próprias e de comportamentos distintos frente ao beneficiamento.

Os SP 1 apresentam maiores valores de massa específica aparente, de veloci-



Foto 1 - Vista aérea da Mina da Cana Brava (Cavas A e B), tendo ao fundo a Serra de Cana Brava

dade de propagação de ondas P e de resistência à compressão uniaxial e menores valores de porosidade e absorção d'água aparentes, de perdas à abrasão Los Angeles e ao impacto Treton. Estes resultados refletem um maior grau de coesão e de resistência mecânica.

Os SP 2 apresentam maiores valores de perdas à abrasão Los Angeles e ao impacto Treton, e valores similares para velocidade de propagação de ondas P e de compressão uniaxial. Estes resultados indicam que as rochas SP 2 são mais brandas e conseqüentemente menos resistentes à abrasão, à compressão e ao impacto.

Os SP 1-2 apresentam os menores valores de massa específica aparente (porém semelhantes aos do SP 2), e os maiores valores de porosidade e de absorção d'água. Os valores dos outros ensaios tecnológicos são intermediários entre os SP 1 e os SP 2, refletindo comportamento mecânico também intermediário.

Estas diferenças no comportamento físico-mecânico das rochas vão se refletir diretamente no teor de finos associado às fibras beneficiadas, pois, embora na sua forma bruta a fibra de crisotila não apresente diferenças nos valores de resistência mecânica em relação à sua procedência (SP 1, SP 2, SP 1-2), as fibras beneficiadas exibem propriedades tecnológicas distintas.

Visando contribuir para a melhoria da qualidade da fibra comercial, no que se relaciona especificamente ao pro-

cesso de beneficiamento, o presente estudo indicou que:

a) a secagem das fibras, efetuada em fornos horizontais, com temperaturas da ordem de 400°C não as fragiliza, nem deverá aumentar seu conteúdo de finos;

b) por meio de sucessivos estágios de impactação e peneiramento a fibra acaba agregando material fino indesejável (0,074 mm);

c) o material com granulometria 0,074 mm associado às fibras beneficiadas, é constituído predominantemente de fibrilas de crisotila, nas fibras procedentes do SP 2 e de antigorita e/ou lizardita, olivina e piroxênio, nas fibras procedentes do SP 1.

Os resultados desta pesquisa apontam para a possibilidade de modificação no processo de beneficiamento, no sentido de diferenciar o processo por tipo de serpentinito, haja vista que o SP 2 é uma rocha mais macia, cuja matriz já é composta em grande parte por fibras de crisotila, para a qual poderia se reduzir o número de britagens. As vantagens seriam:

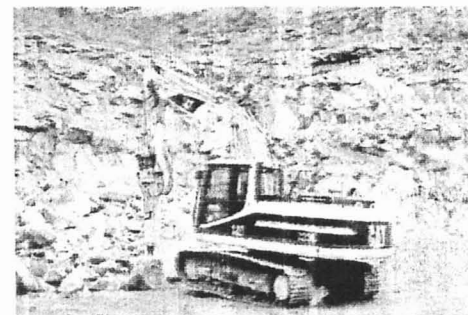
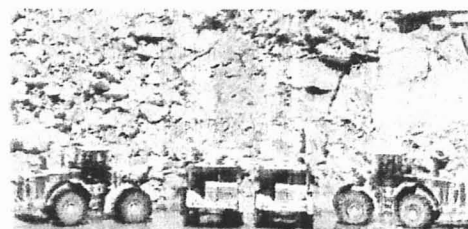
- economia de energia;
- diminuição do teor de finos (0,074 mm) agregados às fibras beneficiadas.

Sugere-se, portanto, um estudo para verificar a viabilidade econômica de se efetuar as modificações ora propostas com relação ao processo atual de beneficiamento, especialmente relacionadas ao SP 2.

Referências bibliográficas

- ALLEMAN, J., MOSSMAN, B. 1997. "Grandeur et décadence de l'amiante". *Pour la Science*, n.239, pp.48-53.
- CASSOLA, M. S. 1993. "Estudo preliminar de caracterização tecnológica do minério de crisotila com vistas à definição das características por tipologia". São Paulo: IPT, 1993 (IPT. Relatório, 31.401).
- CHURG, A. 1988. "Chrysotile, tremolite and malignant mesothelioma in man". *Chest*, V 93, n.3, pp. 621-628.
- FAVRE-TROSSON, J. P. 1997. "Amiante: le dossier français". *Pour la Science*, n.239, pp. 54-56.
- FRAZÃO, E. B., OLIVEIRA, M. C. B. 1995. "Caracterização tecnológica de amostras de serpentinitos procedentes da Mina de Cana Brava, Goiás". São Paulo: IPT. 81 p. (IPT, Relatório, 32.820).
- GIRARDI, V. A. V., KURAT, G. 1982. "Precambrian mafic and ultramafic rocks of the Cana Brava Complex, Brasil, mineral composition and evolution". *Revista Brasileira de Geociências*, V 12, n. 1-3, pp. 313-323.
- HASUI, Y., MAGALHÃES, F. S. 1985. "Modelo geométrico e evolutivo das estruturas geológicas da Mina de Cana Brava". São Paulo: IPT. 88 pp. (IPT. Relatório, 22.889).
- OLIVEIRA, M. C. B. 1996. "Caracterização tecnológica do minério de crisotila da Mina de Cana Brava, GO". São Paulo. 250 pp. (Tese de Doutorado, apes. Igusp).
- OLIVEIRA, M. C. B., QUITETE, E. B. 1992. "Caracterização mineralógica e desenvolvimento metodológico de ensaios de tração a diferentes temperaturas das fibras de amianto procedentes de Cana Brava, GO". São Paulo: IPT. 56 pp. (IPT Relatório, 30.859).
- OLIVEIRA, M. C. B., COUTINHO, J. M. V., FRASCA, M. H. B. O. 1992. "Estudo mineralógico-petrográfico das rochas e minério da Mina de Cana Brava, GO". São Paulo: IPT. 78 pp. (IPT. Relatório, 30.538).
- OLIVEIRA, M. C. B., FRAZÃO, E. B., COUTINHO, J. M. V., VALARELLI, J. V. 1997. "Technological characteristics of the serpentinites of the Cana Brava Mine, GO, Brazil". *Int. Sym. Mine Planning and Equip. Selection*, 6, Ostrava, 1997. *Proceedings...* pp. 77-80.
- PAMPLONA, R. I., NAGAO, M. 1982. "Jazimentos de amianto crisotila da mina de Cana Brava-GO". In: SCMLTZ, N. G. (coord.). *Os principais depósitos minerais da região Centro-Oeste*. 3. ed. Brasília: DNPM/MME, pp. 1-138.

Serviço Completo de lavra para empresas de mineração



QUINTERRA

Rua: Andaraí, 129 - Vila Maria - SP
Fone: 6955-8570 Fax: 6955-7377