

CARACTERIZAÇÃO PRELIMINAR DE FINOS DE OFICINA DE ARTESANATO DE PEDRA-SABÃO PROVENIENTE DA REGIÃO DE CACHOEIRA DO BRUMADO/MG

Michael L.M. Rodrigues & Rosa M.F. Lima

Departamento de Engenharia de Minas/UFOP – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral - Laboratório de Propriedades Interfaciais - Morro do Cruzeiro, S/Nº. – Campus Universitário – Ouro Preto/MG -CEP.: 35.400-000
Tel.: (31)3559-1590 – Fax.: (31)3559-1606
E-mail: mitchel.marques@yahoo.com.br; rosa@demin.ufop.br

RESUMO

Na região de Ouro Preto-MG existem diversas oficinas de artesanato em pedra-sabão, que através da utilização de tornos de madeira fabricam panelas e diversos objetos de adorno. O processo de fabricação desses objetos resulta na produção de uma grande quantidade de finos que normalmente são depositados próximo às oficinas sem nenhum controle. Neste trabalho, foi efetuada uma caracterização tecnológica preliminar de finos de uma oficina de artesanato em pedra-sabão, que estava trabalhando com uma rocha proveniente da região de Cachoeira do Brumado-MG, visando à obtenção de dados para verificar a possibilidade de utilização desses finos. Os ensaios efetuados foram: análise granulométrica por peneiramento a úmido e espalhamento a laser, análise química por ICP, análise mineralógica por difratometria de raios X e determinação de área superficial, utilizando BET. Verificou-se que o d_{80} da amostra era igual a $590\mu\text{m}$. As principais fases cristalinas identificadas foram: talco ($\text{Mg}_3(\text{Si}_2\text{O}_5)_2(\text{OH})_2$), a tremolita ($\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$) e a nimita ($(\text{Ni}, \text{Mg}, \text{Al})_6(\text{Si}, \text{Al})_4(\text{OH})_8$). Os teores de Al_2O_3 , MgO , CaO , Fe_2O_3 , e SiO_2 da amostra foram de 6,15; 33,80; 3,49; 9,63 e 46,92%, respectivamente. A presença de CaO na análise química está relacionada com o mineral dolomita. No caso do Fe_2O_3 , o mesmo é proveniente de óxidos/hidróxidos de ferro além da presença de sulfetos (pirita e calcopirita). Através desses estudos verificou-se que há possibilidade da utilização dos finos de pedra sabão como veículo na fabricação de inseticidas e para controle de umidade de solos.

PALAVRAS-CHAVE: Caracterização de resíduos, pedra-sabão, recuperação de resíduos.

ABSTRACT

Around the Ouro Preto-MG region there are several soap stones handmade's workshops that manufactures souvenirs and pans. The large amount of wastes produced is thrown away without any control. In this work, technological characterization of soap stone powder samples from Cachoeira do Brumado-MG was carried out in order to verify the possible utilization of these wastes. The tests accomplished were: particle size characterization by wet screening and particle analyzer laser diffraction, chemical analyses by ICP, mineralogical analyses by X-ray diffraction and determination of the surface area by BET. The sample's d_{80} was $590\mu\text{m}$. The main chemical components were: 6,15% Al_2O_3 , 33,80% MgO , 3,49% CaO , 9,63% Fe_2O_3 , and 46,92% SiO_2 . The sample analyzed are basically composed by the minerals talc ($\text{Mg}_3(\text{Si}_2\text{O}_5)_2(\text{OH})_2$), tremolite ($\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$) and nimita ($(\text{Ni}, \text{Mg}, \text{Al})_6(\text{Si}, \text{Al})_4(\text{OH})_8$). The CaO present in the soap stone's sample is related with dolomite mineral, while the Fe_2O_3 is due to oxides/hydroxides and sulfides such as pyrite and chalcopyrite. This study has indicated the technical feasibility of the soapstone's sample in the insecticide industry and in the soil humidity control.

KEY WORDS: Waste characterization, soap-stone, waste recovery.

1. INTRODUÇÃO

O mineral talco é um silicato de magnésio hidratado de fórmula química geral $Mg_3(SiO_{10})(OH)_2$, cristalizado no sistema monoclinico e hábito laminar, radiado, tabular ou compacto. Quando puro, apresenta composição química teórica de $MgO = 31,7\%$; $SiO_2 = 63,5\%$ e $H_2O = 4,8\%$. É um mineral de origem secundária, formado pela alteração de silicatos de magnésio e anfíbios. Pode ocorrer associado à clorita, serpentina, calcita, quartzo, tremolita, dolomita, hematita e magnesita. É encontrado tanto em rochas ígneas como em metamórficas, sendo que, nesta última, ocorre de forma granular e/ou criptocristalina, denominada pedra sabão, formando quase toda a massa da rocha. Encontra-se também em rochas xistosas, como o talco-xisto, algumas vezes formando bolsões de dimensões consideráveis (Dana e Hurlbult, 1984 e Lefond, 1975).

Pela facilidade com que é trabalhada, a pedra sabão é muito utilizada em escultura e decoração. No Brasil, costuma-se denominá-las de esteatito e agalmatolito, duas rochas metamórficas distintas entre si química e mineralogicamente, sendo comum alguns pesquisadores colocá-las sob a denominação genérica de "talco" ou "pedra-sabão" (Duarte, 1982 e Pinheiro, 1973). O talco, devido às suas propriedades, é utilizado em várias aplicações industriais. Na tabela 1 abaixo estão listadas especificações do talco para algumas aplicações industriais.

Tabela 1 – Especificações de talco para alguns usos industriais.

Usos	Granul.	Comp. química	Alvura GE*	Mineralogia	Propriedades	Outros
Tintas (espalhador)	100% < 74µm 96,5% < 43µm	$SiO_2 + MgO \geq 75\%$ $Al_2O_3 \leq H_2O$ $H_2O + M.$ Vol. ≤ 1% P.P.C. ≤ 7%	65-90	Partículas lamelares	Inércia química, hidrofobicidade, alvura	Peso específico 2,8 a 2,9.
Inseticida	90% < 43µm	pH – 8	-	-	Inércia química	Adsorção
Papel (carga)	95% < 38µm	-	58-78	-	Inércia química, alvura	-
Sabão 2ª linha			Talco escuro			
"Fertilizantes"	95% < 74µm	-	-	-	Inércia química	Umidade 3 a 5%
Plástico (carga e reforço)	100% < 74µm	-	≥ 77	Talco ou pirofilita	Inércia química, alvura	Isento de umidade

GE* (General Electric) - unidade de alvura quando o padrão é uma pastilha de MgO.

Fonte: (Pontes e Almeida, 2005).

Jordt-Evangelista e Silva (2005) efetuaram estudos petrográficos de rochas metalultramáficas de Lamin, sul do Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais, visando a interpretação da gênese da pedra sabão/serpentinóides dessa região. Os minerais identificados foram: anfíbios (60 a 80% em volume) e volumes menores de clorita, carbonato, serpentina e talco, que são minerais secundários. Os minerais opacos identificados foram a magnetita, ilmenita e pirita, que são minerais acessórios.

Na tabela 2 estão apresentadas as composições químicas de oito amostras de quatro pedreiras da região de Bandeiras de Santa Rita de Ouro Preto, utilizadas em oficinas de artesanato daquela localidade, analisadas por Lima e outros (2009), que identificaram por meio das técnicas: difratometria de raios X, microscopia ótica e MEV/EDS os seguintes minerais: talco, magnesita, tremolita/actinolita, ortoclásio, pirita, arsenopirita, hidróxidos de ferro, calcita e pentlandita. A presença do elemento químico Mn foi atribuída pelos pesquisadores à possível presença do mineral rodocrosita (carbonato de manganês), que pode ocorrer em pequenas proporções nessas rochas, uma vez que foram identificados minerais de carbonato (dolomita e magnesita), o que explica o uso desses pós como fertilizante para hortaliças, pois o Mn é um micronutriente de plantas.

Tabela 2 – Composição química de amostras de pedra sabão da região de Bandeiras - Santa Rita de Ouro Preto – MG.

Amostra	Elementos (ppm)				Oxidos (%)					
	Pb	As	Mn	Cu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	Fe ₂ O ₃	PPC
I	< 0,25	28,83	881	53,3	37,12	3,53	35,23	1,73	6,71	15,68
II	<0,25	2,07	740	26,14	33,95	1,59	37,20	0,25	5,05	21,96
III	< 0,25	1,021	1133	49,37	65,45	1,51	35,51	1,28	7,79	19,36
IV	<0,25	<0,05	216,9	<0,01	57,22	1,00	33,15	0,12	3,43	5,08
V	< 0,25	1,638	742	40,56	30,99	0,60	37,24	0,12	7,54	23,51
VI	< 0,21	4,349	1576	14,72	25,57	0,69	40,40	0,61	3,50	29,23
VII	< 0,25	3,657	871	4,024	34,48	0,80	38,33	0,30	4,07	22,02
VIII	< 0,25	12,55	2523	16,6	7,52	0,14	41,48	4,41	2,54	43,91

Fonte: Lima e outros (2009).

Nesse trabalho são apresentados os resultados de caracterização granulométrica, mineralógica e química dos resíduos (finos) gerados em uma oficina de artesanato de pedra sabão de Cachoeira do Campo, vislumbrando a obtenção de informações, que possibilite a utilização dos mesmos sem prévia purificação ou a proposição de rota de beneficiamento desses finos para obtenção de especificações para algum tipo de aplicação de maior valor agregado.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras de finos de pedra sabão utilizadas (cerca de 60 kg) para a realização desse trabalho foram coletadas em uma oficina de artesanato, localizada em Cachoeira do Campo – Ouro Preto, que estava trabalhando com uma rocha proveniente da região de Barro Branco - Cachoeira do Brumado- Mariana - MG. Tais finos foram gerados na etapa de corte e polimento de painéis de pedra sabão. Na figura 1 está apresentado o fluxograma de caracterização da amostra.

A análise granulométrica da amostra foi efetuada por peneiramento a úmido. Posteriormente, a fração abaixo de 37 μ m foi analisada pelo granulômetro de laser Cilas 1064 do Laboratório de Propriedades Interficiais do DEMIN. Após a análise granulométrica, foram separadas por faixas granulométricas alíquotas para difração de raios X (amostras de 5g) (difratômetro de raios X da marca Shimadzu do DEQUI/ICEB/UFOP), e análise química por ICP (15g) (Spectro modelo Ciroso/CCD) do DEGEO/UFOP.

O peso específico da amostra foi determinado pelo picnômetro a hélio do Núcleo de Valorização de Materiais do DEMET/UFOP. Efetuou-se a determinação da área superficial porosidade da amostra global de finos de pedra sabão por meio do analisador de área superficial BET, modelo Nova 1200e do laboratório de Propriedades Interficiais do DEMIN/UFOP. Foi determinada também a umidade da amostra global.

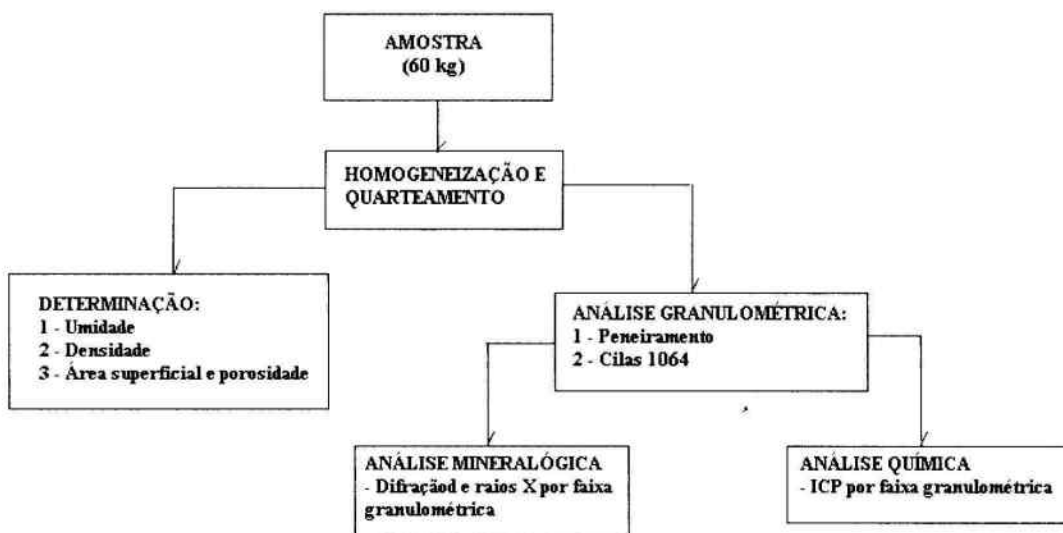


Figura 1 – Fluxograma de preparação e caracterização da amostra de finos de pedra sabão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O d_{80} da amostra de finos de pedra sabão estudada apresenta um valor igual a $590\mu\text{m}$ e 26,4% do material está abaixo de $37\mu\text{m}$, veja curva de distribuição granulométrica apresentada na figura 2. A distribuição granulométrica da fração abaixo de $37\mu\text{m}$ está apresentada na figura 3. Observa-se que 20% das partículas presentes no material encontram-se abaixo de $10\mu\text{m}$, o que corresponde a aproximadamente 5% da amostra global.

O peso específico da amostra global foi de $2,952\text{ g/cm}^3$, obtido pela média de três amostras analisadas. A área superficial da amostra de resíduos de pedra sabão proveniente de Cachoeira do Brumado foi determinada pela técnica MultiPoint BET, apresentando um valor de $2,397\text{ m}^2/\text{g}$. O volume total de poros com raio menor que $816,66\text{ \AA}$ a $P/P_0 = 0,988140$ é de $6,35 \times 10^{-3}\text{ cm}^3/\text{g}$ com raio médio dos poros é de $52,98\text{ \AA}$.

Na tabela 3 abaixo estão apresentados os minerais identificados nos difratogramas de raios X das frações granulométricas da amostra de finos de pedra sabão analisadas. Como pode ser observado foram identificados os mesmos minerais em todas as frações granulométricas analisadas, exceto o quartzo, que não foi identificado nas frações granulométricas menores que 100# ($149\mu\text{m}$). Nas amostras da região de bandeiras de santa Rita de Ouro preto, Lima e outros (2009) não identificaram o mineral nimita e sim uma pentlandita $(\text{Fe,Ni})_9\text{S}_8$, identificada pelo MEV/EDS.

A análise granulométrica dos finos de pedra sabão encontra-se na tabela 4. Pela análise dos resultados obtidos é possível afirmar a presença de calcopirita (CuFeS_2), arsenopirita (FeAsS) e rodocrosita (MnCO_3), muito embora não tenha-se identificado tais minerais nos difratogramas de raios X. Fato este que pode ser explicado pela baixíssima proporção destes minerais na amostra (menor que 5% em peso), uma vez que os teores dos elementos químicos Mn, Cu, e As estão em ppm. Observa-se também a presença de Pb ($16,26\text{ ppm}$) na fração granulométrica abaixo de $37\mu\text{m}$ (400#), proveniente, possivelmente, pela presença de galena (PbS) na amostra.

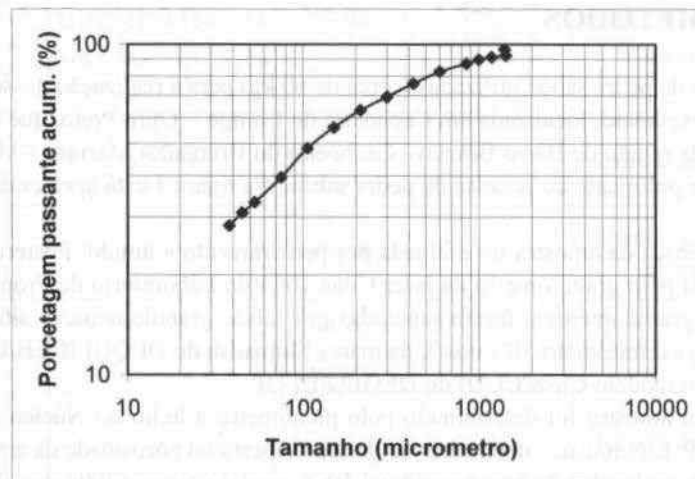


Figura 2 - Distribuição granulométrica dos finos de pedra sabão provenientes da região de Barro Branco de Cachoeira do Brumado – Mariana - MG.

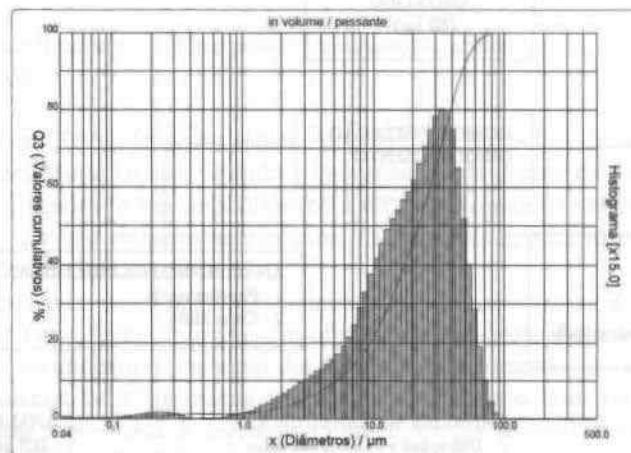


Figura 3 - Distribuição granulométrica da fração abaixo de $37\mu\text{m}$ dos resíduos de pedra sabão provenientes da região de Barro Branco de Cachoeira do Brumado – Mariana - MG.

Comparando as análises químicas apresentadas na tabela 4 com as especificações de talco apresentadas na tabela 1, verifica-se que há a possibilidade de utilização dos finos de pedra sabão, provenientes de Cachoeira do Brumado – Mariana, como veículo na fabricação de inseticidas, fertilizantes, sabão de segunda linha e para controle de umidade de solos. Tais utilizações se devem ao fato de que as especificações para estes usos industriais dizem respeito principalmente à granulometria do material, a qual se mostra adequada para estes fins. A presença de elevados teores de impurezas tais como Fe_2O_3 e Al_2O_3 impossibilitam o uso dos finos de pedra sabão, sem que haja a realização de processos de purificação, para destinações industriais mais nobres, que poderá ser separação magnética de alta intensidade ou flotação.

Tabela 3 - Composição mineralógica da amostra de finos de pedra sabão determinada por difratometria de raios X.

Mineral	Fração granulométrica (mm)					
	-2,+1,19	-1,19+0,5	-0,5+0,149	-0,149+0,074	-0,074+0,037	-0,037
Tremolita $\text{Ca}_2\text{Mg}_5(\text{Si}_8\text{O}_{22})(\text{OH})_2$	X	X	X	X	X	X
Dolomita $\text{Ca,Mg}(\text{CO}_3)_2$	X	X	X	X	X	X
Magnetita Fe_3O_4	X	X	X	X	X	X
Imenita FeTiO_3	X	X	X	X	X	X
Talco $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	X	X	X	X	X	X
Magnesita MgCO_3	X	X	X	X	X	X
Quartzo SiO_2	X	X	X	X	-	-
Nimita $(\text{Ni,Mg,Al})(\text{Si,Al})\text{O}(\text{OH})$	X	X	X	X	X	X

Tabela 4 - Análise granuloquímica da amostra de resíduos de pedra sabão da região de Barro Branco de Cachoeira do Brumado Mariana - MG.

Fração (mm)	Teor								
	(ppm)				(%)				
	Mn	Cu	As	Pb	Al_2O_3	MgO	CaO	Fe_2O_3	SiO_2
-2,+1,19	0,11	33,79	6,28	ND	6,31	33,15	3,74	9,48	47,32
-1,19+0,5	0,11	32,68	6,86	ND	6,60	33,95	3,17	9,71	46,56
-0,5+0,149	0,12	50,4	6,94	ND	6,09	33,84	3,08	10,78	46,21
-0,149+0,074	0,12	76,7	5,61	ND	6,52	35,23	3,68	9,98	44,59
-0,074+0,037	0,17	76,8	2,772	ND	6,24	32,83	4,09	9,90	46,92
-0,037	0,11	834	2,018	16,26	5,11	33,81	3,20	7,94	49,93

* Teor de umidade da amostra global - 0,02%

4. CONCLUSÕES

Através dos estudos realizados com os finos da amostra de pedra sabão de Cachoeira do Brumado-Mariana conclui-se que:

Valor de d_{80} dos finos - 590 μm .

Teor de umidade da amostra global - 0,02%.

Peso específico da amostra global- 2,952 g/cm³

Área superficial da amostra global - 2,397m²/g.

Os minerais identificados por difratometria de raios X foram: Talco, nimita, dolomita, magnesita, magnetita, ilmenita, tremolita e talco.

Existe a possibilidade de aplicação dos finos de pedra sabão de Cachoeira de Brumado – Mariana como “fertilizante”, sabão de segunda linha e veículo de inseticida.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fapemig pelo financiamento do projeto e ao CNPq pela concessão de bolsa de mestrado para um dos autores.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dana, J. D., Hurlbult, C. S. In: Manual de Mineralogia, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., v. II, Rio de Janeiro - RJ, p.642, 1984.
- Duarte, A. J. Recursos Minerais do Estado de Minas Gerais. Metamig. Belo Horizonte – MG, p. 57-58, 1982.
- Jordt-Evangelista, H., Rochas metamórficas de Lamin, sul do Quadrilátero Ferrífero, MG: contribuição ao conhecimento do protólito da pedra-sabão. Revista Escola de Minas, v. 58, n. 1, p 11-20, 2005.
- Lefond, L. F., Industrial Minerals and Rocks. American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers, Inc. 4ª Edição. New York - NY, p. 1127-1139, 1975.
- Lima, R. M. F. , Braga, D. M., Silva, F. B. R. Technological Characterization of Soap Stone From Santa Rita de Ouro Preto/Brazil. Proceedings of the V International Materials Symposium, Lisboa, Portugal, p. 1-6, 2009.
- Pinheiro, J. C. F., Perfil analítico do talco. Boletim M.M.E / DNPM. Rio de Janeiro - RJ. nº 22, p. 1-4, 1973.
- Pontes, I. F., Almeida, S. L. M. Talco. In: Rochas e Minerais Industriais Usos e Especificações. Luz, A. B., LINS, F. F. Editores. Rio de Janeiro:CETEM/MCT, p. 607-628, 2005.