

FLOTAÇÃO DE RESÍDUOS DE OFICINA DE ARTESANATO EM PEDRA- SABÃO

M. G. D. Machado¹, M. L.M. Rodrigues¹, R. M. F. Lima¹

¹Departamento de Engenharia de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto
Campus Morro do Cruzeiro s/nº, Ouro Preto, MG, 35400-000. E-mails:
mayronn.machado@gmail.com; rosa@demin.ufop.br

RESUMO

Neste trabalho, estão apresentados os resultados dos ensaios preliminares de flotação dos resíduos de oficina de artesanato de Santa Rita de Ouro Preto, visando à recuperação do talco contido nos mesmos. Para os ensaios de flotação em célula mecânica, foram fixados a rotação em 1200rpm, o pH 7 e polpa com 14% de sólidos. As variáveis estudadas por planejamento fatorial de experimentos a dois níveis foram: tempo de condicionamento e dosagem do dispersante EPE MIN 022/09, dosagem de querosene e de espumante (Flotanol D-123). As variáveis respostas analisadas foram recuperação em massa e alvura de todos os produtos purificados. Foi obtida alvura ISO média de 66,15% e a partir dos resultados da análise química foi possível estabelecer possíveis aplicações para esses finos: inseticidas, papel (carga) e tintas (espalhador).

PALAVRAS-CHAVE: Pedra sabão, talco, flotação.

1. INTRODUÇÃO

Usualmente chamado de pedra-sabão, o esteatito é proveniente de rochas calcárias magnesianas ou de rochas ígneas básicas/ultrabásicas, pela alteração de silicatos de magnésio por processos de hidrotermalismo e metassomatismo. É composto principalmente pelo mineral talco, um filossilicato de magnésio hidratado, com fórmula química $Mg_3(SiO_{10})(OH)_2$ (Pinheiro, 1973). Classificadas como rochas industriais, as rochas talcosas servem para produção de cerâmicas de revestimentos, tecidos, cosméticos, velas, sabão, materiais plásticos, entre outras aplicações. O que qualifica o talco a determinada aplicação são suas características físicas e químicas como a granulometria, composição química, alvura e até sua mineralogia (Pontes e Almeida, 2005).

Nas regiões de Ouro Preto, Mariana e Congonhas, a pedra-sabão é, historicamente, utilizada no revestimento de igrejas e ruas como parte da expressão da Arte Barroca. Além disso, o tradicional artesanato dessa região inclui artefatos, objetos e painéis da rocha, incrementando o artesanato local, mantendo economicamente muitas famílias da região. Apesar da extração e da utilização da pedra-sabão constituir atividades desenvolvidas ao longo de séculos na região de Ouro Preto, esta atividade ainda tem problemas que a impedem de atingir a sustentabilidade. Existe uma carência em estudos que caracterizem as rochas exportadas e utilizadas em artesanatos da região, bem como a destinação dos finos e resíduos gerados nas diversas oficinas e pedreiras.

Para fabricação de painéis e utensílios, os artesãos utilizam fragmentos de rochas, denominados de pontas, produzidos na extração de blocos de maiores dimensões para exportação. Ou seja, nesta fase já existe o aproveitamento desses fragmentos que seriam descartados nas pedreiras de pedra-sabão. No entanto, segundo Santos (2009) no processo de fabricação de peças de artesanato, somente 13% da rocha é “recuperada”. O restante do material (87%) é descartado nas proximidades das próprias oficinas, podendo ser carregados pelas chuvas causando impactos ambientais diversos.

Jordt-Evangelista e Silva (2005) efetuaram estudos petrográficos de rochas metultramáficas 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.

Lima et al. (2010) efetuaram ensaios de purificação em escala de bancada, usando mesa vibratória e separação magnética de alta intensidade, com os finos de uma oficina de artesanato em pedra-sabão, que trabalhava exclusivamente com rochas de Bandeiras de Santa Rita de Ouro Preto, previamente caracterizada por Lima et al. (2009). Nesses ensaios, foi verificada a possibilidade de redução de cerca de 30% de material descartado abaixo de 74 μm por concentração magnética, pois os produtos purificados atingiram especificações em termos de alvura e composição química para indústria de tintas e papel.

Nesse trabalho estão apresentados os resultados dos ensaios de purificação por flotação, efetuados com as mesmas amostras de pedra-sabão, purificadas por Lima et al. (2010), utilizando concentração gravítica e separação magnética, com o objetivo de obter produtos para utilização desses finos em alguma aplicação indústria.

2. MATERIAIS E METODOLOGIA

Para os ensaios de purificação dos resíduos de pedra-sabão, efetuou-se um corte granulométrico em 0,074mm, usando peneiras quadradas (50X50cm) do Laboratório de Tratamento de Minérios do DEMIN. Somente a fração granulométrica abaixo de 0,074mm, cuja composição química e alvura estão apresentadas na Tabela 1, foi utilizada nos ensaios de flotação em bancada.

Tabela 1 - Composição química, perda por calcinação (PPC) e alvura da fração abaixo de 0,074mm da amostra de pedra-sabão.

Composto e/ou elemento químico										PPC (%)	Alvura ISO (%)
%						ppm					
MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	As	Cu	Ni	Zn		
27,7	59,2	2,27	0,0580	4,70	0,0513	11,1	13,4	1956	85,8	5,98	42,39

Fonte: Marques (2010).

Lima et al. (2009) em análise de amostras de pedra-sabão de Bandeiras-Santa Rita de Ouro Preto, efetuada por difratometria de raios X, microscopia ótica e MEV/EDS identificaram os minerais opacos: magnetita (Fe₃O₄), pirita (FeS₂), pentlandita, ((Fe,Ni)₉S)₈, calcopirita (CuFeS₂), arsenopirita (FeAsS), hematita (Fe₂O₃) e ilmenita (FeTiO₃). Nessas análises, foram identificados também os carbonatos: Magnesita (MgCO₃) e dolomita (CaMg(CO₃)₂). Logo, pela análise da composição química da amostra apresentada na Tabela 1, pode-se afirmar que os elementos químicos Cu, Ni, Zn e As são proveniente dos sulfetos, o CaO é proveniente da dolomita, o PPC está relacionado com a presença de talco e carbonatos na amostra (dolomita e calcita), o Fe₂O₃ é proveniente tanto da pirita e calcopirita quanto dos minerais: Magnetita, hematita e ilmenita identificados. Logo, o baixo valor da alvura da amostra “in natura” (42,39%) está relacionado com a presença de sulfetos, óxidos e carbonatos presentes na mesma.

Nos ensaios preliminares de flotação, foi utilizada polpa com 14% de sólidos, rotação de 1200 RPM, pH = 7 e tempo de condicionamento com querosene de 5 minutos, previamente determinados por Rodrigues (2010). Os reagentes utilizados foram:

- Coletor – querosene (emulsão a 0,5% p/v)
- Dispersante - EPE MIN 022/09, fabricado pela Clariant
- Espumante: Flotanol D-123, fabricados pela Clariant
- Reguladores de pH: NaOH e HCl, ambos de grau analítico.

Foram efetuados planejamentos estatísticos de experimentos fracionados sem réplica, usando o software Minitab 15. Os fatores e respectivos níveis testados estão apresentados na Tabela 2. As variáveis respostas analisadas foram a recuperação em massa e a alvura dos produtos purificados, que foram determinadas pelo medidor de alvura Color Touch do Laboratório de Propriedades Interfaciais do DEMIN.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 estão apresentados por diagrama de cubo os resultados do planejamento estatístico das variáveis estudadas sobre a recuperação em massa e alvura. Observa-se que foi obtida recuperação em massa de 75,9% para dosagens de 500 g/t de querosene e dispersante (EPE MIN 022/09), respectivamente e 100 g/t de Flotanol 123 para o tempo de condicionamento de 5 minutos com EPE MIN 022/09. Esse valor de recuperação em massa foi

cerca de 45% maior do que a recuperação em massa obtida nos ensaios de separação magnética de alta intensidade, efetuados por Lima et al. (2010) para o mesmo nível de alvura (em torno de 66%). Observa-se também que para todos os ensaios realizados, foram obtidas alvuras dos produtos purificados com especificações para tinta (espalhador) e papel (carga) (Pontes e Almeida, 2005).

Tabela 2 – Fatores e respectivos níveis estudados nos planejamentos estatísticos de experimentos.

Fator	Nível		Código
	+	-	
Querosene (g/t)	0	500	A
Dispersante (EPE MIN 022/09) (g/t)	500	1000	B
Flotanol 123 (g/t)	50	100	C
Tempo de cond. EPE MIN 022/09 (min.)	5	10	D

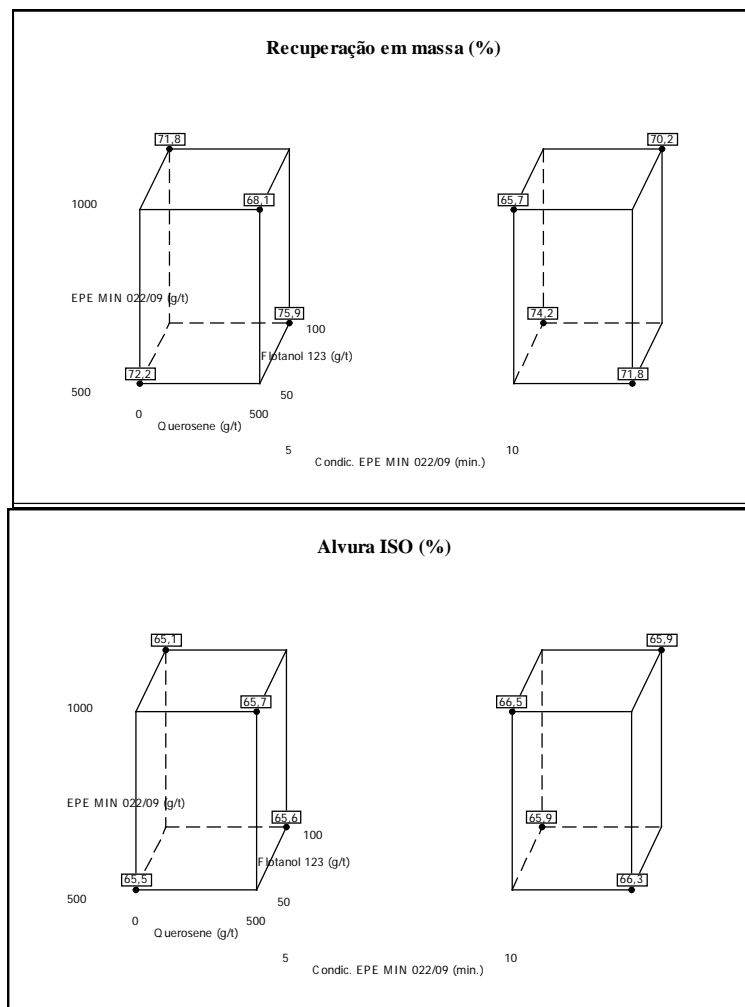


Figura 1 – Efeito das variáveis estudadas sobre a recuperação em massa e alvura, usando espumante Flotanol 123.

Através de diagrama de Pareto para um nível de confiança de 95%, apresentado na Figura 2, verificou-se que somente as variáveis: dosagem de dispersante e de espumante foram significativas sobre a recuperação em massa nos ensaios de flotação e que nenhuma variável teve qualquer influência sobre a alvura do produto purificado nos níveis testados.

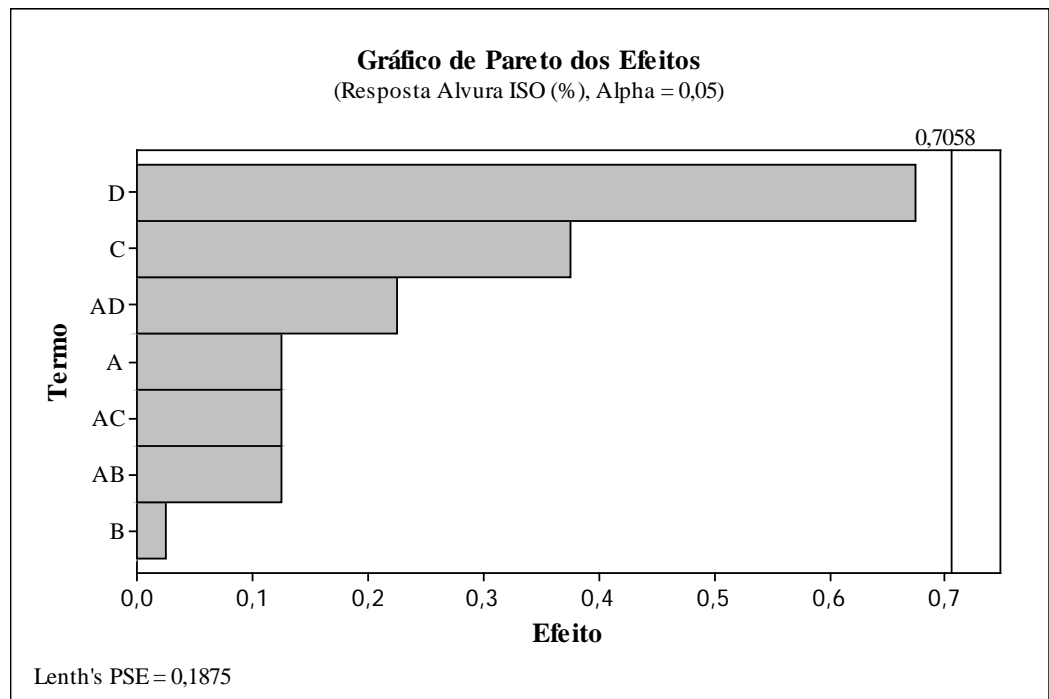
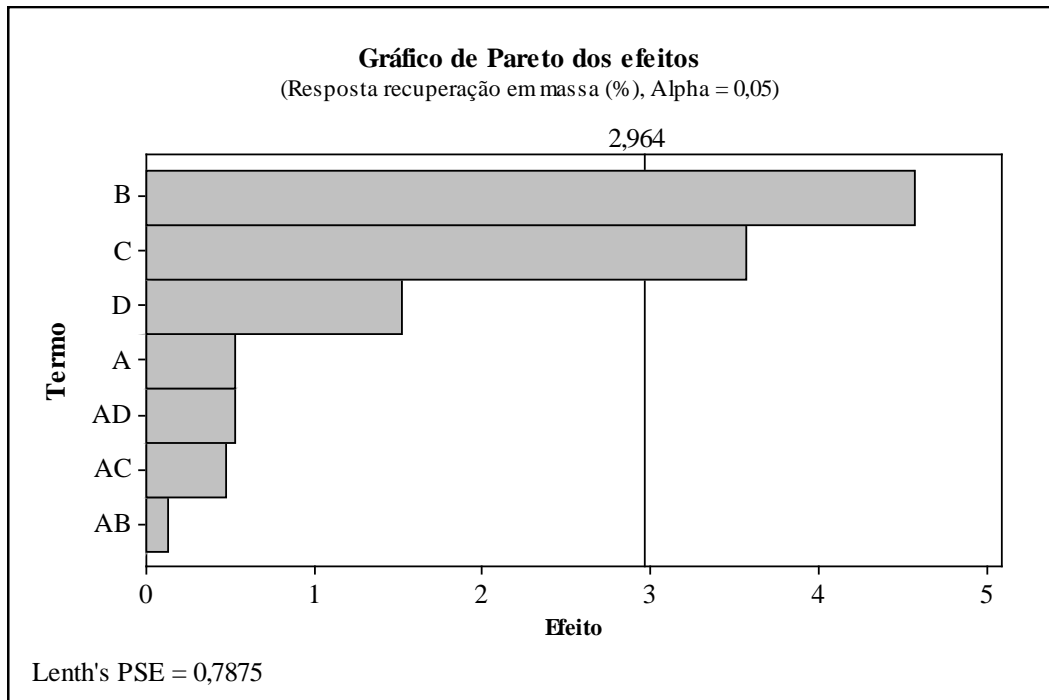


Figura 2 – Diagrama de Pareto para os efeitos das variáveis testadas sobre a recuperação em massa e alvura dos produtos purificados com o espumante Flotanol 123.

Pela análise do gráfico das interações individuais das variáveis: Dosagem de dispersante (EPE MIN 022/09) e dosagem de espumante (Flotanol D-123), apresentadas na Figura 3, observa-se que houve diminuição da recuperação em massa com o aumento da dosagem de dispersante. O inverso ocorreu com o aumento da dosagem de espumante. Levando-se em

consideração o efeito conjunto das duas variáveis (Figura 4), observa-se que a recuperação em massa foi maior do que 74% para dosagem de 500 g/t de dispersante e 100 g/t de espumante.

Na Tabela 3 estão apresentados os teores médios dos produtos purificados de resíduos de pedra-sabão por flotação. Como pode ser observado, não foi detectado As nos produtos purificados bem como observou-se diminuição significativa dos teores de Cu e Zn nos mesmos em relação à alimentação; vide Tabela 1. Ou seja, houve a remoção de toda a arsenopirita presente na amostra bem como redução significativa de calcopirita e esfalerita presente nos resíduos descartados. O que explica o aumento significativo da alvura do talco purificado em relação à alimentação.

Tabela 3 – Teores médios de produtos purificados de resíduos de pedra-sabão por flotação.

Composto químico	(%)	Elementos químicos	(ppm)
MgO	30,3	Cu	6,53
SiO ₂	59,6	Ni	1958,5
Al ₂ O ₃	1,05	Zn	67,4
Fe ₂ O ₃	3,61	As	-
CaO		Pb	-
TiO ₂			
PPC			

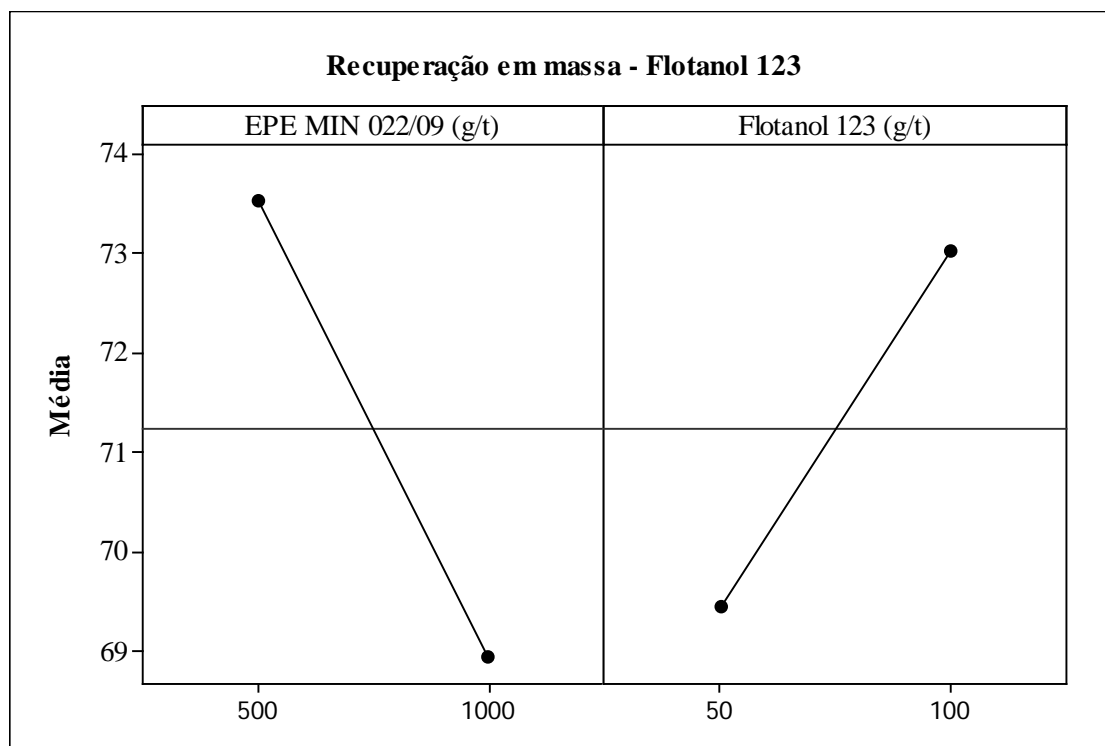


Figura 3 – Efeito individual das variáveis dosagem de dispersante (EPE MIN 022/09) e dosagem de espumante (Flotanol D-123) sobre a recuperação em massa do talco purificado.

Pelos resultados obtidos nos ensaios de flotação pode-se inferir que há a possibilidade de recuperar cerca de 75% da fração abaixo de 0,074mm de resíduos de pedra-sabão com especificações para papel de revestimento de parede (carga) e tinta como espalhador. No entanto, estes valores deverão ser confirmados por meio de ensaios em escala piloto.

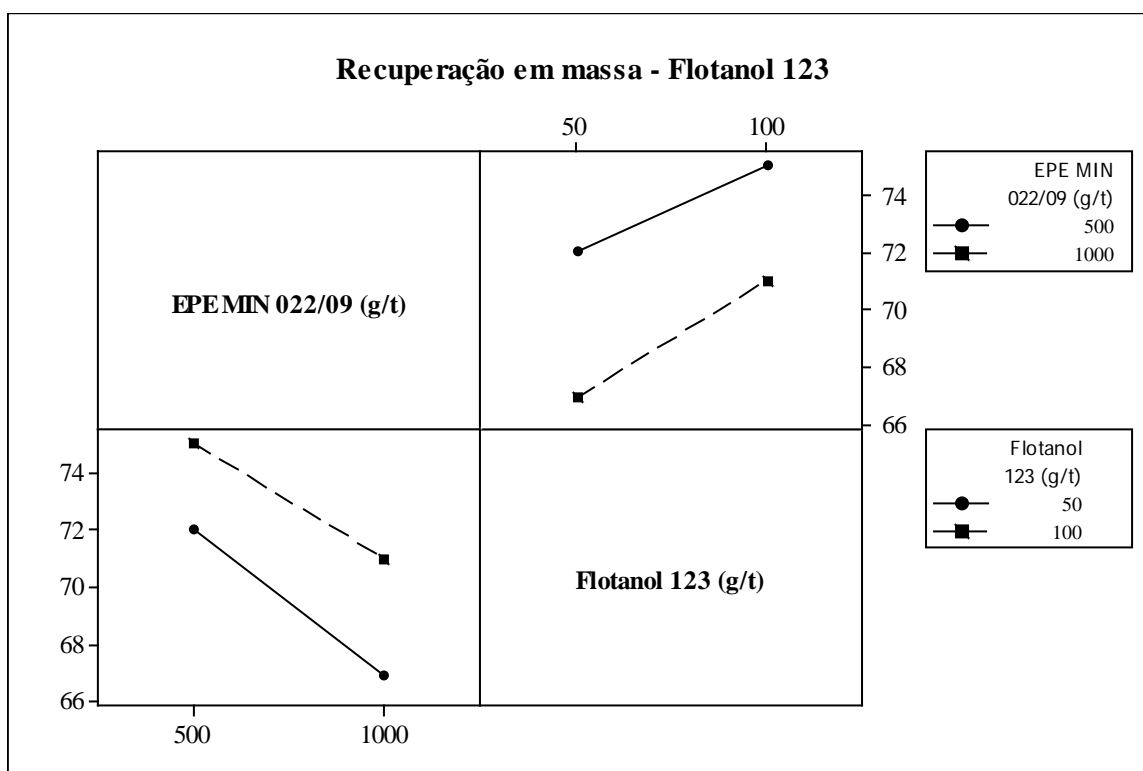


Figura 4 – Efeito das variáveis: Dosagem de dispersante (EPE MIN 022/09) e dosagem de espuma (Flotanol D-123) sobre a recuperação em massa do talco purificado.

5. CONCLUSÕES

Por meio dos ensaios preliminares de flotação, efetuados com os resíduos de pedra-sabão da região de Bandeiras de Santa Rita de Ouro Preto, pode-se concluir que:

- i – Das variáveis estudadas, somente as dosagens de dispersante (EPE MIN 022/09) e de espuma (Flotanol 123) tiveram efeito significativo sobre a recuperação em massa.
- ii – As variáveis estudadas, nos níveis testados, não foram significativas para a alvura do produto purificado.
- iii – O aumento da alvura dos produtos purificados está relacionado com a remoção dos sulfetos presentes na alimentação.
- iv – Foram obtidos produtos com especificações para aplicação em inseticida, papel de revestimento de parede (carga) e tinta como espalhador.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fapemig pelo financiamento do projeto e pela bolsa de iniciação científica para o aluno M. G. D. Machado, do curso de Engenharia de Minas, ao CNPq, pela bolsa de mestrado para o aluno do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral M. L. M. Rodrigues e aos senhores Marcelo e Juca, que nos forneceram as amostras para todos os estudos efetuados com as rochas da região de Bandeiras em Santa Rita de Ouro Preto.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Jordt-Evangelista, H., Rochas metamórficas de Lamin, sul do Quadrilátero Ferrífero, MG: contribuição ao conhecimento do protólito da pedra-sabão. REM – Revista, v. 58, n. 1, p 11-20, 2005.

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.

Lima, R. M. F., Rodrigues, M. M., Arantes, R. S., Machado, M. G. D. Caracterização e Purificação de Resíduos de Artesanato em Pedra-Sabão por Métodos Físicos. Anais do 65º Congresso Internacional da ABM. p.149-158 , Rio de Janeiro, Brasil, 2010.

Pinheiro, J. C. F. Perfil Analítico do Talco. Boletim nº 22. DNPM, 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.

Rodrigues, M. L.M., Caracterização Tecnológica de Resíduos de Pedra-Sabão de Oficinas de Artesanato em Pedra-Sabão da Região de Ouro Preto. Dissertação de mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral – Universidade Federal de Ouro Preto. 2010. 137p.

Santos, R. C. P. Análise dos Entraves Para a Criação de Um Arranjo Produtivo Local (APL) de Base Mineral da Pedra-Sabão na Região de Ouro Preto, Minas Gerais. Dissertação de mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral – Universidade Federal de Ouro Preto. 2009. 79p.