

### III-353 - UTILIZAÇÃO DOS FINOS RESIDUAIS DO CORTE DE GRANITO COMO CARGA DE SABÃO EM PASTA

**Flavia Pereira Puget<sup>(1)</sup>**

Engenheira Química pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (1996), mestrado em Engenharia Química pela COPPE/UFRJ (1998) e doutorado em Engenharia Química pela COPPE/UFRJ (2002). Professora do Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Aracruz e Professora da Faculdade de Aracruz.

**Edson Nunes**

Engenheiro Químico pela FSJB/Faculdade de Aracruz (2007), Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica de Materiais pelo Ifes-Vitória. Professor do Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Aracruz.

**Izaque de Jesus Oliveira Tomas**

Graduando do 2º período do curso de Licenciatura em Química, aluno de Iniciação Científica.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Avenida Morobá, 248, Bairro Morobá - Aracruz - ES, CEP: 29192-733, Tel: (27) 3256-0958  
e-mail:puget@ifes.edu.br

#### RESUMO

A destinação e disposição correta de resíduos sólidos é um desafio constante para a redução dos impactos ambientais e melhoria da qualidade de vida. A atividade de beneficiamento do granito, atividade de destaque no estado do Espírito Santo, é alvo do interesse daqueles que buscam alternativas de destinação correta, por ser uma atividade que gera grandes quantidades de resíduo. Sabe-se que cerca de 20 a 25% dos blocos se transformam em lama abrasiva, resíduo este cuja destinação final é um grande problema. Com base na composição desse resíduo, o trabalho visa estudar o reaproveitamento da lama proveniente do beneficiamento de granito, como alternativa para a formulação de sabão em pasta. Os resultados mostraram que o sabão produzido apresentou resultados bastante promissores quanto a aplicação do mesmo para a remoção de gordura e graxa, mostrando que é possível incluir o resíduo do beneficiamento do granito no produto em substituição as bentonitas. É importante controlar a quantidade de água e de resíduo sólido na formulação para que o produto final tenha a consistência desejada (pastosa), bem como controlar a temperatura de aquecimento de óleo para que a saponificação seja bem sucedida.

**PALAVRAS-CHAVE:** lama abrasiva, sabão em pasta, resíduos sólidos.

#### INTRODUÇÃO

A questão ambiental é um assunto cada vez mais discutido nos últimos tempos, um desafio constante para a redução dos impactos ambientais e melhoria da qualidade de vida é a destinação e disposição correta de resíduos sólidos.

A reciclagem desponta como uma forma bastante atrativa para o gerenciamento de resíduos, pois permite que o que antes era considerado lixo, se transforme em matéria-prima para outros processos, reduzindo o impacto causado pela incorreta disposição destes no meio ambiente.

Segundo o site da Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais – ABIROCHAS [1], o Brasil é o quinto maior produtor de rochas ornamentais acabadas, sendo estas exportadas para países das Américas, Europa e Ásia. A produção total brasileira de rochas ornamentais supera 4 milhões de toneladas por ano, sendo 3 milhões de granito e 1 milhão de mármore. O Estado do Espírito Santo se destaca por ser responsável por 56% da extração de granito e 75% da produção de mármore.

Apesar do quadro econômico bastante animador, do ponto de vista ambiental, o cenário é bastante preocupante. As atividades de beneficiamento de rochas ornamentais geram uma grande quantidade de resíduos (entre 20 e 25% do total da massa dos blocos) na forma de lama, geralmente composta por água, gralha, cal e pó de rocha, que alcançam rios, lagos, córregos e até mesmo os reservatórios naturais de água, pois são lançados no ecossistema sem o devido tratamento prévio.[2]

Dessa forma, o desenvolvimento de um trabalho que utiliza a lama produzida no beneficiamento do granito, se torna bastante atrativo por reduzir os impactos ambientais causados pelo descarte incorreto desse tipo de resíduo.

Muitos fabricantes utilizam a bentonita em processos de produção de sabões, detergentes, amaciantes, etc. Este mineral possui uma composição química muito próxima ao do resíduo oriundo do processo de polimento de chapas de granito. Como todo processo de extração mineral, a atividade extrativista em jazidas de bentonita é bastante visada pela sociedade pelo fato de causar grandes impactos ambientais, seja pelo lado negativo como pelo lado positivo. Os impactos ambientais são: a destruição da fauna e da flora, as perdas físicas e químicas dos solos, o que afeta diretamente a biodiversidade, causando uma perda significativa da capacidade produtiva e, conseqüentemente, provoca a fuga do homem da zona rural para a zona urbana e entre outros. [3]

A reutilização de finos de granito como carga na produção de sabões em pasta é uma forma de agregar valor ao resíduo transformado em outro produto, com possibilidade de substituir a bentonita como matéria prima, evitando impactos ambientais causados na extração e beneficiamento deste minério.

A Tabela 1 mostra a similaridade da composição química da bentonita gelmax 400 e da lama abrasiva.

**Tabela 1: Comparação entre a composição química da bentonita e o resíduo**

Compostos	Bentonita Gelmax 400 (% em massa)	Resíduo Granítico (% em massa)
SiO <sub>2</sub>	67,24	72,17
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,52	10,80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,33	5,04
CaO	1,20	2,33
Na <sub>2</sub> O	2,61	2,34
K <sub>2</sub> O	0,656	3,87
MnO	0,01	0,08
TiO <sub>2</sub>	0,22	1,07
MgO	3,55	0,94
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04	0,27
PF	6,06	1,08
PF: Prova ao Fogo		

Fontes: Site da Schumacher Insumos [4] e Moreira et al. [5]

O produtor destaca diversas propriedades e vantagens de se utilizar o produto na formulação de sabões e detergentes tais como: grande poder de emulsão e ação detergente, alta capacidade de dispersão em água, formação rápida de espuma abundante, poder adstringente na eliminação total de materiais oleosos, além de reduzir significativamente as matérias oleosas utilizadas na preparação do sabão.

Com base nessas informações do fabricante da Gelmax-400 e na proximidade entre a composição do produto e da lama abrasiva do granito é que se pretende investigar a possibilidade de incorporação desse resíduo na formulação de um sabão em pasta. Espera-se dessa forma alcançar resultados de qualidade semelhantes ao que se consegue quando se utiliza Gelmax-400 na formulação.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho empregou-se lama abrasiva fornecida por uma empresa que realiza o polimento de chapas de granito e óleo comestível usado doado por uma padaria. Ambos os estabelecimentos situam-se em Aracruz no Estado do Espírito Santo.

## PRIMEIRA ETAPA: PREPARAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS MATÉRIAS PRIMAS

A lama abrasiva usada foi previamente seca por 24 horas em temperatura ambiente e a umidade média do material foi determinada por método gravimétrico. Conforme apresentado na literatura [6] o resíduo da serragem, como é normalmente denominado, apresenta uma granulometria fina, com 71,65% de materiais com

dimensões inferiores a 0,075mm. Segundo os autores, a variação do tipo de rocha granítica que será cortada não proporciona significativas alterações na granulometria do resíduo final.

O óleo doado, previamente filtrado à vácuo, foi caracterizado através dos seguintes parâmetros: turbidez, massa específica, índice de acidez (Ia) e índice de saponificação (IS).

A turbidez foi determinada em um turbidímetro microprocessado da marca Tecnopon, modelo PB 1000.

A massa específica foi determinada pela razão entre a massa e o volume correspondentes a 10mL do óleo.

Para a determinação do índice de acidez do resíduo oleoso foram pesados 28g de amostra de óleo em 3 erlenmeyers de 250mL. Em cada um foram adicionados 50mL de solução éter-álcool (2:1) e 3 gotas de fenolftaleína. Foram titulados com hidróxido de sódio 0,1M. Através dos volumes registrados na bureta e da equação 1, é possível calcular o índice de acidez.[7]

$$Ia = \frac{\text{mg de base}}{\text{g de gordura}} \quad \text{equação (1)}$$

Para a determinação do índice de saponificação foi preparada uma solução 0,5M de hidróxido de potássio dissolvendo 6g do soluto em 4ml de água e volume completado até 200 mL com álcool. Esta solução ficou em repouso por 24 horas para decantação e filtração. Foram tituladas alíquotas de 25mL desta solução com ácido clorídrico 0,5M usando fenolftaleína como indicador (os resultados da titulação foram registrados como *a*mL). Para a hidrólise foram pesados cerca de 2g do resíduo oleoso em um erlenmeyer e foram adicionados 25mL da solução de hidróxido de potássio. O erlenmeyer foi aquecido numa chapa de aquecimento e ainda quente o excesso de base foi titulado com ácido clorídrico 0,5M (os resultados da titulação foram registrados como *b*mL).[8] O índice de saponificação é determinado pela equação 2:

$$IS = \frac{(a-b) \cdot C \cdot MM}{m} \quad \text{equação (2)}$$

*a* = resultado da 1ª titulação      *b* = resultado da 2ª titulação      C = Concentração do KOH

MM = Massa Molar do KOH      m = Massa da amostra

## RESULTADOS DA ETAPA DE CARACTERIZAÇÃO DAS MATÉRIAS PRIMAS

A lama abrasiva após 24 horas de secagem a temperatura ambiente apresentou umidade igual a 14,42%.

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos na caracterização do óleo usado nas formulações

**Tabela 2: Resultados obtidos experimentalmente.**

Caracterização do Resíduo Oleoso	
Índice de Acidez	67,3mg de KOH/g de óleo
Índice de Saponificação	196
Massa Específica	0,889 g/ml
Turbidez	18,3 NTU

## SEGUNDA ETAPA: FORMULAÇÃO DO SABÃO

Para determinação da formulação ideal para o sabão em pasta foram testadas diferentes concentrações dos reagentes (Tabela 3) até conseguir uma pasta homogênea e de fácil uso na remoção de graxas e gorduras.

**Tabela 3: Formulações Testadas**

Reagentes	Formulações						
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>
NaOH (g)	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4
Água (mL)	45	45	45	55	65	65	60
Etanol (mL)	0	0	13	13	13	13	0
Óleo Residual (mL)	50	50	50	50	50	50	50
Finos Residuais de Granito (g)	30	60	30	30	30	30	30
Essência	0	0	0	2	2	0	0

## PROCEDIMENTOS UTILIZADOS NAS FORMULAÇÕES

### Primeira Formulação

Solubilizou-se o hidróxido de sódio em 10mL de água, logo esta foi adicionada ao óleo na temperatura de 80°C. Após 20 minutos de agitação, foram adicionados 30g dos finos de granito suspensos em 35mL de água ao sabão formado.

### Segunda Formulação

Foi seguido o procedimento anterior, porém adicionando 60g dos finos de granito.

### Terceira Formulação

Os 9,4g de Hidróxido de Sódio foram solubilizados em 10mL de água. Quando o óleo atingiu a temperatura de 80°C, logo foi adicionado a solução alcalina e o álcool. No momento em que se adicionava o álcool, foi formada uma grande quantidade de espuma que endurecia abruptamente atrapalhando a reação de saponificação. Averiguou-se que a temperatura do óleo tinha que ser inferior ao do ponto de ebulição do álcool, ou seja, menor que 78,4°C.

### Quarta Formulação

Solubilizou-se os 9,4g de Hidróxido de Sódio em 20ml de água. Quando o óleo atingiu a temperatura de 65°C a 75°C, foram misturados a solução alcalina e álcool. Após 20 minutos de agitação, foram adicionados 30g dos finos com 35mL de água. Foram agitados mais 2 minutos para distribuir melhor os finos.

### Quinta Formulação

Foi seguido o mesmo procedimento anterior, porém solubilizando a soda cáustica em 30mL de água.

### Sexta Formulação

Foi seguido o mesmo procedimento anterior, porém solubilizando a soda cáustica em 15mL de água.

### Sétima Formulação

Foram aquecidos 50mL de óleo residual até 60°C. Logo foram adicionados 9,4g de hidróxido de sódio diluído em 10mL de água. A emulsão foi agitada por aproximadamente 20 minutos, ainda pastoso e quente, foram adicionados 30g dos finos, e para ajudar a sua homogeneização foram transferidos 30mL de água. Após esse procedimento a emulsão foi agitada por mais 5 minutos até apresentar uma cor uniforme.

## RESULTADOS DA FORMULAÇÃO DO SABÃO

Como foram testadas 7 formulações, cada uma se apresentou de uma forma diferente depois de pronto.

Primeira Formulação: O sabão formado ficou bem sólido logo no dia seguinte.

Segunda Formulação: O aspecto do sabão formado era pastoso e bem escuro, mas endureceu bastante após uma semana, não sendo satisfatório.

Terceira formulação: O sabão endureceu muito e ficou com aspecto não homogêneo. Percebeu-se que a temperatura do óleo tinha que ser inferior ao do ponto de ebulição do álcool, ou seja, menor que 78,4°C.

Quarta Formulação: O sabão formado era líquido, porém 4 dias depois, o sabão ficou pastoso

Quinta Formulação: O sabão formado era líquido e não endureceu mesmo após 7 dias.

Sexta Formulação: O sabão formado era líquido, após 3 dias, ficou pastoso, mantendo-se com essa consistência final.

Sétima Formulação: O sabão formado era pastoso, mas após 24 horas apresentava como uma pasta similar a alguns sabões em pasta do mercado, ou seja, esta foi considerada a formulação ideal.

Com base nos resultados é possível verificar que tanto a quantidade de água, quanto a quantidade de pó de granito interferem diretamente na consistência do produto final. Pouca água e muito pó de granito levam a produtos sólidos.

A temperatura de aquecimento do óleo é determinante para o sucesso da formulação. Bons resultados foram obtidos quando a temperatura de aquecimento do óleo era mantida em torno de 60°C.

Os finos residuais de granito possuem uma coloração acinzentada. Por este motivo o sabão em pasta formado apresenta uma cor cinza.

O pH dos sabões em pasta disponível no mercado fica em torno de 10. O sabão com formulação ideal foi avaliado quanto ao pH final que ficou em torno de 12. Dessa forma, foi necessário adicionar 0,5mL de ácido sulfúrico para cada 50mL de óleo. O pH final ficou em torno de 9.

Em testes preliminares foi verificada a facilidade de remoção de gordura grosseira, agradável odor e ótima formação de espuma.

## CONCLUSÕES

O sabão produzido apresentou resultados bastante promissores quanto à aplicação do mesmo para a remoção de gordura e graxa, mostrando que é possível incluir o resíduo do beneficiamento do granito no produto em substituição as bentonitas.

Uma verificação da aceitação do produto deve ser feita através da avaliação da comunidade, assim como um levantamento dos custos para verificação da viabilidade econômica do produto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. [http://www.abirochas.com.br/info\\_mercado/Estrutura\\_de\\_Comercializacao\\_Mercado\\_Interno.pdf](http://www.abirochas.com.br/info_mercado/Estrutura_de_Comercializacao_Mercado_Interno.pdf)  
Acessado em 27 de agosto de 2010.
2. Silva, S. A. C. (1998). Caracterização do Resíduo da Serragem de Blocos de Granito. Estudo do Potencial de Aplicação na Fabricação de Argamassas de Assentamento e de Tijolos de Solo-Cimento. Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES.
3. Ferreira, E. S. Lira, W. S. Cândido, G. A. SUSTENTABILIDADE NO SETOR DE MINERAÇÃO: UMA APLICAÇÃO DO MODELO PRESSÃO-ESTADO-IMPACTO-RESPOSTA; Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 3, p. 84, jul./set. 2010
4. <http://www.schumacherinsumos.com.br/gelmax.htm> WEBSITE DA EMPRESA SCHUMACHER INSUMOS
5. J. M. S. Moreira; J. P. V. T. Manhães; J. N. F. Holanda. Cerâmica - Reaproveitamento de resíduo de rocha ornamental proveniente do Noroeste Fluminense em cerâmica vermelha vol.51 no.319 São Paulo July/Sept. 2005
6. [http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/artigos/utilizacao\\_do\\_residuo\\_proveniente\\_da\\_serragem\\_de\\_rochas\\_graniticas\\_como\\_material\\_de enchimento\\_em\\_concretos\\_asfalticos\\_usinados\\_a\\_quente.html](http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/artigos/utilizacao_do_residuo_proveniente_da_serragem_de_rochas_graniticas_como_material_de enchimento_em_concretos_asfalticos_usinados_a_quente.html)
7. [http://www.fcfa.unesp.br/alimentos/bioquimica/praticas\\_lipidios/indice\\_acidez.htm](http://www.fcfa.unesp.br/alimentos/bioquimica/praticas_lipidios/indice_acidez.htm) Website da UNESP - Faculdade de Ciências Farmacêuticas
8. Vogel, A., I; ANÁLISE QUÍMICA QUANTITATIVA; 6ª edição, V 868, pag 203, 2002