

PROPOSTA DE RECUPERAÇÃO DE FERRO DOS REJEITOS DO DESDOBRAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS EM TEARES MULTILÂMINAS

*Hamilcar Tavares Vieira Júnior*¹, Luis Carlos Bosi Tubino², *Júlio César de Souza*³, *Carlos Hoffmann Sampaio*⁴

¹UFRGS/LAPROM - Tavares@ct.ufrgs.br

²SENAI-RS - tubino@maua.senai.br

³DEMINAS/ UFPE - jcsouza@npd.ufpe.br

⁴UFRGS/LAPROM - Sampaio@ufrgs.br

RESUMO

No processo de desdobramento dos blocos de granito e basalto, os teares utilizam granalha de ferro/aço como abrasivo, gerando grandes quantidades de material fino a base dos minerais constituintes das rochas serradas, junto com granalha cominuída, em função do atrito que ocorre entre as lâminas de aço, a mistura abrasiva e o bloco de rocha. Este trabalho tem por objetivo caracterizar o rejeito da lama abrasiva (fração < 0,42 mm), oriundo do processo de desdobramento dos blocos de granito e basalto em teares multilâminas à granalha enfatizando, principalmente os aspectos físicos (morfológico e granulométrico) que caracterizam esta lama. Esta caracterização será realizada tanto em amostras individuais, processadas no desdobramento de uma determinada rocha, como em amostras coletadas diretamente nos tanques de decantação provenientes da serragem de diferentes tipos litológicos. Este estudo, busca também, quantificar o volume produzido de rejeito pelas principais empresas de desdobramento do setor, bem como, o provável aproveitamento econômico, através de métodos de separação mineral apropriados, de modo que se determine uma rota viável na ordem técnica e econômica.

INTRODUÇÃO

No processo de desdobramento de rochas ornamentais em teares multilâminas à granalha é importante analisar o comportamento dos materiais presentes, tanto em seus parâmetros físico-químicos, como também, as composições químicas, mineralógicas e morfológicas dos materiais e minerais presentes na lama abrasiva. Esta lama é operada em circuito fechado, que com o constante atrito de corte acaba sofrendo um desgaste, sendo necessária sua constante reposição (granalha ativa) e descarte da fração não ativa < 0,42 mm, objeto

deste trabalho. Esse material, com cerca de 40% de água em peso, é armazenado em pequenas bacias de sedimentação, tendo como características o alto teor de Fe e pH em torno de 11 – 12.

Outro aspecto relevante é observar a distribuição granulométrica e densimétrica destes componentes em todas suas fases, de acordo com o fluxograma de beneficiamento proposto e com as necessidades operacionais do sistema.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As amostras foram coletadas junto à Empresa CIGRAMAR Granitos e Mármore Ltda., situada no município de Soledade-RS.

Este trabalho enfatiza os aspectos granulométricos do rejeito de lama abrasiva nas frações magnética e mineral < 0,42 mm (35 #), através de um jogo de peneiras adequado, onde foram avaliadas as percentagens em peso para cada fração, bem como, as relações de sólidos em peso e volume.

As peneiras utilizadas na separação granulométrica foram as de abertura 0,42 mm (35#), 0,25 mm (60 #), 0,149 mm (100 #), 0,074 mm (200 #) e 0,0371 (400 #).

Também foi elaborado um fluxograma de beneficiamento com os equipamentos pertinentes ao processo, buscando desenvolver uma metodologia para separação da fração sólida metálica da fração mineral e a recuperação da água presente nestas etapas.

Através destas etapas foram feitas algumas estimativas de geração de efluentes, buscando dar um panorama quantitativo tanto no aspecto local, quanto no regional.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A amostragem para análise granulométrica da lama foi coletada na Empresa CIGRAMAR Granitos e Mármore Ltda., situada no município de Soledade – RS. Esta análise busca verificar as tendências das frações dominantes no processo de expurgo de um tear.

Peso bruto: 16.934 g

Peso do recipiente: 442 g

Peso líquido: 16.492 g

Volume: 9,5 lt

Densidade do material: 1.736 g/lt

Tabela I - Distribuição granulométrica

Abertura (mm)	Fração Magnética (g)	Fração Magnética (%)	Fração Mineral (g)	Fração Mineral (%)	Peso Total (g)
0,42	66,13	98,18	0,21	1,82	66,34
0,25	47,04	90,99	4,66	9,01	51,70
0,149	91,92	77,38	26,87	22,62	118,79
0,074	670,50	76,06	210,99	23,94	881,49
0,037	812,82	68,99	265,43	31,01	1.178,25
Subtotal	1.688,41	73,52	608,16	26,48	2.296,57
< 0,037	1.081,65	15,00	6.129,35	85,00	7.211,00
Total	2.770,06	29,14	6.737,51	70,86	9.507,57

Percentagem de sólidos em peso:

$$\frac{9.507,57g}{16.492g} = 57,65\%$$

Percentagem de sólidos em volume:

$$\frac{2.749,48ml}{9.733,91ml} = 28,25\%$$

Água: $16.492g - 9.507,57g = 6.984,43g \Rightarrow 6.984,43ml$

Minerais ($d = 3,0g/ml$): $\frac{6.737,51g}{3,0g/ml} = 2.245,84ml$

Ferro ($d = 7,0g/ml$): $\frac{2.770,06g}{7,0g/ml} = 396,72ml$

Vol. total: 2.641,56 + 6.984,43 = 9.625,99 ml

Densidade recalculada: $16.492g = 1.713,28g/lt$

Através da análise das frações pode-se observar uma quantidade considerável de sólidos presentes, representando quase 60% do peso da amostra. Para as frações até 0,0371 mm constata-se um predomínio do material de natureza magnética, enquanto que, nas frações < 0,0371 mm ocorre a dominância do material mineral (pó de rocha).

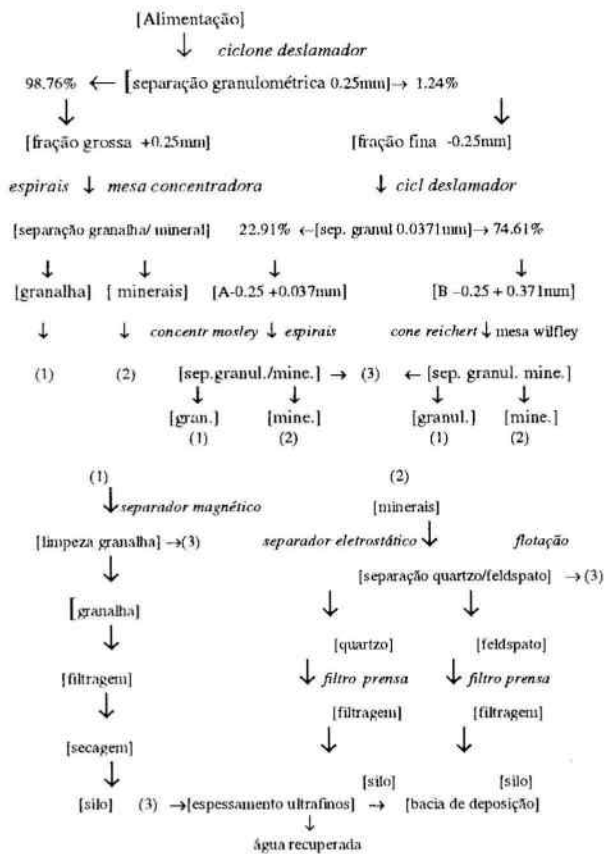
Tabela II - Fluxograma inicial de beneficiamento

1º Corte: 0,25 mm			
Fração	Magnética	Mineral	Total
0,42mm	66,13 g	0,21 g	66,34 g
0,25mm	47,04 g	4,66 g	51,70 g
Total	113,71 g	4,87 g	118,04 g
Total 118,04 g => 95,87% magnética + 4,13% mineral			
2º Corte: 0,25mm + 0,037mm			
Fração	Magnética	Mineral	Total
0,149mm	91,92 g	26,87 g	118,79 g
0,074mm	670,52 g	210,99 g	881,49 g
0,037mm	812,82 g	365,43 g	1.178,25 g
Total	1.575,24 g	603,29 g	2.178,53 g
Total 2.178,53 g => 72,31% magnética + 27,69% mineral			

Levando-se em conta que a granalha deixa sua fase ativa quando < 0,42 mm, procurou-se elaborar duas etapas de corte para o material, objetivando complementar a tabela I supracitada.

Novamente, constata-se o predomínio do material magnético sobre o mineral para as frações mais grosseiras, observando-se o decréscimo deste, quanto menor for a fração.

Baseado no comportamento deste rejeito (expurgo), foi elaborado uma rota de beneficiamento na tentativa de viabilizar a separação do material magnético do mineral (pó de rocha), conforme figura 1.



(A) – fração intermediária; (B) - fração ultrafina

(1) fração pesada (magnética); (2) fração leve (mineral); (3) rejeito

Figura 1 – Fluxograma de beneficiamento e balanço de massa da fração magnética

Na tentativa de visualizar melhor este fluxograma, sugere-se também, alternativas tecnológicas para o processo de beneficiamento de rejeitos, como segue nas figuras 2 e 3:

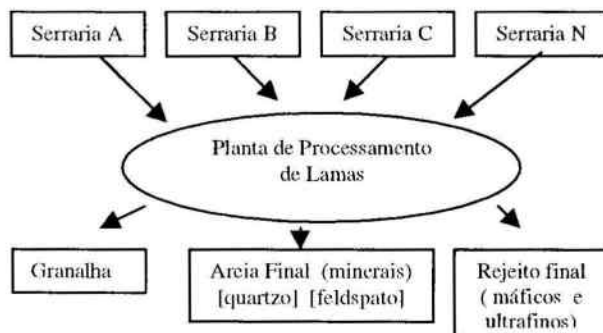
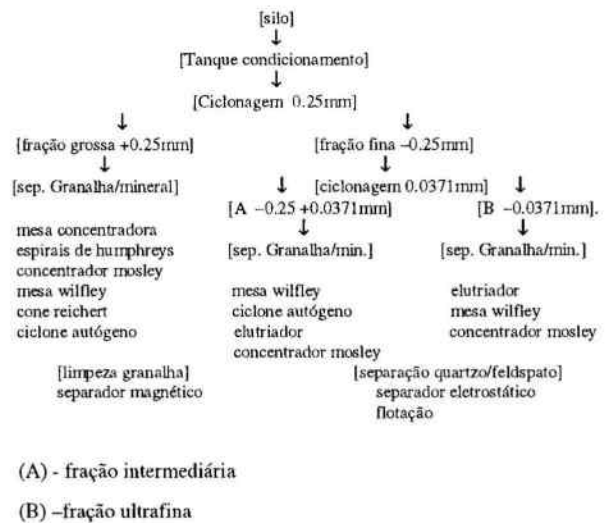


Figura 2 – Esquema de coleta e processamento de lamas



(A) - fração intermediária

(B) -fração ultrafina

Figura 3 – Alternativas tecnológicas para processamento do rejeito

Como visto, o estudo proposto objetiva salientar a viabilidade econômica da separação do material magnético (ferro) do mineral (pó de rocha), sabendo-se que, atualmente no Brasil existem aproximadamente 1.500 teares multilâminas envolvidos no desdobramento de rochas ornamentais. Em cima destes aspectos foi elaborada uma estimativa de geração de rejeito, buscando quantificar a recuperação provável do material expurgado.

Estimativa de recuperação do material expurgado:

Cada serrada de bloco em tear multilâminas padrão no Brasil (tear tipo G2, com capacidade de desdobramento de aproximadamente 9 m³ com obtenção de chapas de 2mm)

9 m³ de bloco X 33 m²/m³ de chapa ≅ 300 m² de chapas produzidas.

Geração de pó de rocha:

9 m³ X 30% = 2,7 m³ de desgaste de rocha.

2,7 m³ X 2,7 (densidade dos minerais) t/m³ = 7,29 t de minerais.

Consumo de granalha e lâminas:

Granalha: 2,5 kg/m² X 300 m² = 750 kg/m² = 0,75 t

Lâminas: 1,2 kg/m² X 300 m² = 360 kg/m² = 0,36 t

Total = 1,11 t de ferro/aço

Resumo:

1 serrada produz **7,29 t** de minerais e **1,11 t** de ferro/aço da lama abrasiva.

Verificando uma produção média de 2,5 serradas/mês no estado Rio Grande do Sul temos que: as 3 principais empresas de desdobramento possuem aproximadamente 20 teares X 2,5 serradas/mês = 50 serradas/mês X 11 meses = 550 serradas/ano.

Geração de minerais: 550 serradas/ano X **7,29 t** de minerais = 4.010 t/ano

Geração de granalha: 550 serradas/ano X **1,11 t** de granalha = 611 t/ano

Granalha: **611 t/ano**

Minerais: **4010 t/ano**

Estimando os preços de venda para os subprodutos de ferro/aço, possíveis de serem recuperados de efluente da serraria, tem-se os valores potenciais de venda desses como segue:

Granalha: **611 t/ano**

Partindo-se do pressuposto que a quantidade de granalha > 0,1 mm representa (30 a 35%) = 214 t/ano X R\$ 150,00/t (preço estimado) = R\$ 32.100,00/ano.

Da mesma forma, < 0,1 mm (65 a 70%) = 397 t/ano X R\$ 1.000,00/t = R\$ 397.000,00/ano.

Total: R\$ 429.100,00/ano.

O resultado esperado para 20 teares - Valor potencial total de ferro/aço: R\$ 429.100,00 + VA

(VA = valor a ser agregado pela fração mineral a ser obtido em função da quantidade e qualidade das características dos minerais separados (principalmente quartzo e feldspato), que dependerá da aplicação (venda ou reaproveitamento pelas empresas).

Estimando 1500 teares atualmente em atividade no Brasil, este subproduto de ferro/aço poderá atingir valores recuperáveis da ordem de **R\$ 32.180.000,00 + VA.**

Vale ressaltar também que, atualmente o rejeito do processo de desdobramento de blocos ornamentais são acumulados em pequenas bacias de decantação, sem controle operacional ou ambiental efetivo. Após o esgotamento dessas bacias são descartados em aterros próximos às empresas ou nos "lixões" e aterros das prefeituras municipais, sem o devido tratamento e gerando uma agressão ao meio ambiente, uma vez que se trata de material com elevado percentual de sólidos, pH em torno de 12 e basicamente formado por ferro/aço e minerais como quartzo, feldspatos e opacos.

A pesquisa direcionada a otimização dos parâmetros operacionais do processo produtivo de desdobramento de blocos de rochas ornamentais, aliado ao **beneficiamento do expurgo** vem complementar às necessidades das empresas do setor de rochas ornamentais, seja equacionando os danos ambientais decorrentes do descarte direto desse expurgo, seja gerando subprodutos rentáveis.

Acredita-se, desta forma, que o reaproveitamento do material de rejeito (lama), pode se tornar viável se elaborada uma rota de beneficiamento compatível com o processo de desdobramento, bem como, a disponibilidade de recursos das Empresas empreendedoras do setor no sentido de implantar a metodologia apresentada.

CONCLUSÕES

Através da caracterização aqui apresentada, associada à estimativa da quantidade de rejeito produzida nos teares no processo de desdobramento de rochas ornamentais, pode-se concluir que a separação do material magnético (granalha) do material mineral (pó de rocha), deve ser analisada sobre os seguintes aspectos:

Aspecto econômico:

- Aproveitamento de material que está sendo descartado no ambiente gerando poluição dos mananciais hídricos;
- Obtenção de concentrado de granalha fina para utilização no polimento de aços planos ou reutilizados na fabricação de granalha de corte;
- Obtenção de concentrado de minerais para utilização como argamassa de assentamento de rochas ornamentais ou no rejunte de pisos, podendo substituir a utilização de areia nessas aplicações;
- Obtenção de concentrado de quartzo/feldspato para utilização na indústria de vidro ou de cerâmica de revestimento.

Aspecto ambiental:

- Evitar a agressão ao meio ambiente (contaminação de rios, lençol freático e aterros – pH básico.
- Evitar assoreamento dos rios e córregos com material ultrafino (granalha e minerais);

- Evitar a oxidação dos aterros (granalha de aço/ferro);
- Reduzir a quantidade de efluente a ser depositada e obter um efluente não agressivo (pH estabilizado, controle dos metais);
- Gerar nas empresas do setor de desdobramento uma cultura de operação sem poluição dentro da filosofia de tecnologia limpa com o aproveitamento de todos os produtos e subprodutos possíveis de serem obtidos.

Faz-se necessário então, o aprofundamento dos estudos em todos estes aspectos, visando efetivamente viabilizar o aproveitamento econômico destes materiais, em conjunto com medidas mitigadoras de controle ambiental.

REFERÊNCIAS

- Gross, J.M.; Novaes, L.E.S.M.; & Azevedo, M.M. "O Setor de Rochas Ornamentais no Estado do Rio Grande do Sul". Secretaria do Desenvolvimento Econômico e Assuntos Internacionais do Estado do Rio Grande do Sul. Câmara Setorial da Construção civil. Porto Alegre, 1997.
- Souza, J.C. "Diagnóstico do Setor de Mármore e Granitos no Estado do Rio Grande do Sul". Relatório interno do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, Departamento Regional do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1997.