

AVALIAÇÃO DOS RESÍDUOS PROVENIENTES DO BENEFICIAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS PARA INCORPORAÇÃO EM ARGAMASSA

Amanda Monteiro Leda; Edgley Alves Batista; Antonio Augusto Pereira de Sousa; Djane de Fátima Oliveira

Universidade Estadual da Paraíba, amanda_leda20@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A questão ambiental está atualmente entre um dos assuntos mais discutidos, defendidos por organizações e/ou grupos ambientais, onde abordam que rejeitos oriundos de indústrias estão sendo depositados inadequadamente no ambiente, podendo estes, terem uma utilização como matéria-prima para outros produtos. As grandes empresas por gerarem muitos rejeitos que são comumente descartados ao meio ambiente investem em pesquisa que se consiga a criação de meios de utilização destes.

Os rejeitos na cadeia produtiva de rochas ornamentais são classificados, normalmente, por tamanho, em grossos, finos e ultrafinos. Os rejeitos grossos são encontrados: nas pedreiras, nas serrarias e nas marmorarias. Os rejeitos finos e ultrafinos são formados por ocasião do corte da rocha e nas atividades de acabamento (polimento e outros) (CAMPOS et al., 2009).

No setor de rochas ornamentais existe uma significativa preocupação nos aspectos da poluição e da quantidade de rejeitos que existe ao fim de cada processo. Desses rejeitos, os mais problemáticos, em termos ambientais, são aqueles gerados nas serrarias (rejeitos de serrarias), que são constituídos, basicamente, de finos (pó) das rochas que são serradas e água, podendo ter outros contaminantes como ferro e cal. O efluente gerado em teares convencionais é a chamada lama abrasiva, contendo alto teor de ferro, devido ao uso da granalha de ferro ou aço, usada na serragem dos blocos de granito (CAMPOS et al., 2009).

Algumas serrarias de granitos já possuem estação de tratamento de efluentes, composta basicamente por decantação, onde recebe o efluente com a lama abrasiva para decantação com ou sem auxílio de floculantes e depois os rejeitos decantados são levados para filtro-prensa, que reaproveita a água utilizada no processo, e descarta o restante da lama, que é levada para tanques ou lagos de decantação. A lama é composta pela água, granalha e uma quantidade da rocha desdobrada em recirculação, parte do líquido evapora ou se infiltra no solo, enquanto a outra parte permanece como umidade nos rejeitos acumulados, sem nenhuma previsão de utilização ou reuso (PREZOTTI, 2003).

Segundo Santos et al. (2010) a lama abrasiva provoca impactos consideráveis ao meio ambiente, como: contaminação dos corpos hídricos, colmatação do solo, poluição visual e estética. Além da lama abrasiva o setor de rochas ornamentais acarreta com a sua produção vários rejeitos, sendo eles: pó de rocha, vários fragmentos de rochas nas pedreiras e suas serrarias, vibrações e constantes ruídos.

A industrialização de rochas ornamentais necessita se conscientizar da responsabilidade de fazer mineração autossustentável, ou seja, respeitando o meio ambiente e à comunidade (PONTES & VIDAL, 2005).

Existem estudos para utilização desses rejeitos em materiais alternativos, sendo alguns deles indicando a fabricação de materiais incorporando a lama abrasiva do desdobramento de granitos a novos produtos e processos, como por exemplo, emprego desses rejeitos em produtos para a construção civil (tijolos a base de cimento), em composições de cerâmica vermelha (telhas e tijolos), em artefatos de borracha (sem uso estrutural), na formulação de argamassas industriais, dentre outros (BABISK, 2009).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é desenvolver em escala experimental estudos de viabilidade técnica, tecnológica, econômica e ambiental para aplicação dos rejeitos provenientes do desdobramento de rochas ornamentais (RRO) como matéria – prima na obtenção de materiais alternativos, contribuindo efetivamente na mitigação dos impactos e passivos ambientais e agregando valor aos rejeitos industriais.

A rota tecnológica estudada neste projeto é a da argamassa incorporando rejeitos da lama abrasiva proveniente do desdobramento de rochas ornamentais, onde se pretende a obtenção da argamassa voltada para a produção industrial.

2. METODOLOGIA

Para realização deste trabalho foram visitadas as indústrias de beneficiamento de rochas ornamentais na cidade Campina Grande/PB, com o intuito de verificar desde o processo de beneficiamento até o processo de descarte dos rejeitos das empresas. A metodologia adotada, com a finalidade de pôr em prática os objetivos propostos, foi dada pela seguinte sequência:

- Coletas das amostras do RRO de lama abrasiva nas indústrias de desdobramento de granito de Campina Grande-PB;
- Avaliação da metodologia de fabricação de material alternativo incorporando rejeitos da lama abrasiva proveniente do desdobramento de rochas ornamentais, como na fabricação de argamassa, avaliando também o desempenho técnico deste produto, conforme normas da ABNT.
- Fabricação em escala experimental de argamassa, incorporando a lama abrasiva, que é o resíduo em estudo;
- Avaliação do desempenho técnico do produto fabricado em escala experimental.

Na coleta das amostras dos resíduos de rochas ornamentais (RRO) de lama abrasiva foram realizadas visitas técnicas em duas empresas situadas na cidade de Campina Grande/PB. A lama abrasiva que se forma no desdobramento dos blocos, em forma de polpa, após passar pelo filtro prensa da estação de tratamento de efluente – ETE da empresa foi exposta ao ar em temperatura ambiente para secagem natural durante 7 dias.

Uma vez seco o material, já de fácil desagregação, foi peneirado por vias secas em peneira ABNT nº 80. O resíduo de rocha ornamental (RRO) pronto para o uso apresentou cor acinzentada e textura fina. Recolheram-se amostras do resíduo conforme a NBR10007/2004 - Amostragem de resíduos sólidos. Finalmente, a fabricação do material alternativo para as diferentes rotas tecnológicas estudadas atendeu a metodologia adotada da seguinte forma:

2.1. FABRICAÇÃO EXPERIMENTAL DE ARGAMASSAS INCORPORANDO RRO

Para a produção de argamassa foi preparado inicialmente um traço com a proporção de 6 para 1, sendo 6 porções de areia para 1 de cimento. A adição do RRO foi feita gradualmente, tendo a preparação em três etapas: Primeiro sem adição de RRO; o segundo com substituição da areia em 5% pelo RRO; e o terceiro com substituição de 10% da areia pelo RRO. Foi realizado o ensaio de compressão segundo ABNT NBR 7215/96 - Cimento portland: Resistência a Compressão e NBR 13281/2005 - Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos.

Inicialmente foi feito um cálculo estimado para quantidade de areia peneirada para esses corpos de prova. O Corpo de prova é um cilindro de 100 milímetros (10cm) de altura com diâmetro de base 50 milímetros (5cm) internos acompanhados de um soquete metálico para a uma melhor distribuição dos traços de argamassa no interior do corpo de prova.

Nos cálculos da resistência a compressão foi determinado o volume interno do cilindro corpo de prova de $196,25 \text{ cm}^3$ (Volume do cilindro = $\pi \cdot r^2 \cdot h$). Para cada teste como o padrão adotou-se 6 corpos de prova para cada, chamando o padrão sem incorporação do RRO de P, teste 1 com 15% de substituição de areia por RRO de T1, teste 2 com 20% de substituição de areia por RRO de T2 e finalmente teste 3 com 25% de substituição de areia por RRO de T3.

Seguindo, após calcular a substituição em relação ao volume total de areia para os 6 corpos de prova com total de $1177,5 \text{ cm}^3$ ou 1,1775 L de areia, usando um valor de 1,5L para facilitar a mistura das porções, calculando o valor de volume para ser substituído em cada teste: T1, T2 e T3, conforme a Tabela 5.

Tabela 1. Traço das argamassas usadas para o teste de compressão.

ARGAMASSA	AREIA	CIMENTO	RRO
P (sem RRO)	1500 cm^3	250 cm^3	0 cm^3
T1 (15% de RRO)	1275 cm^3	250 cm^3	225 cm^3
T2 (20% de RRO)	1200 cm^3	250 cm^3	300 cm^3
T3 (25% de RRO)	1125 cm^3	250 cm^3	375 cm^3

Fonte: Própria (2014)

O procedimento de preparação das amostras foi realizado manualmente, seguindo os passos:

- Medir primeiro o agregado (areia);
- Colocar os aglomerantes (RRO e cimento);
- Mexer até formar uma mistura homogênea, depois, amontoar a mistura, abrindo um espaço no meio para adição da água;
- Adicionar e misturar a água aos poucos, evitando o excesso.

Após cada traço misturado com suas devidas porções e adicionando água de forma a ganhar consistência pegajosa (Figura 10).

Figura 1. Preparo de traço até atingir a consistência adequada.



Fonte: *Própria* (2014)

Seguindo cada preparo de traço foram colocados em cada corpo cilíndrico de prova, sobre manuseio do soquete seguindo ABNT NBR 7215/96, com o preenchimento em partes do cilindro em 4 camadas e após cada camada aplicar 30 golpes com o soquete metálico e por fim nivelar a borda com espátula para cada corpo de prova. Após o enchimento de todos os moldes de corpo de prova, foi colocada a cura inicial ao ar livre por 24 horas, conforme a Figura 2.

Figura 2. Corpos de provas disponibilizados para cura ao ar livre.



Fonte: *Própria* (2014)

Depois de uma semana de cura foram feitos os testes de compressão, para os pares de cada corpo de prova, em uma prensa manual de 50 ton (Figura 3).

Figura 3. Prensa manual de 50 ton utilizado no teste de resistência à compressão das amostras de argamassa estudadas.



Fonte: *Própria* (2014)

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. RESULTADOS DA FABRICAÇÃO EXPERIMENTAL DE ARGAMASSAS INCORPORANDO RRO

A Tabela 2 apresenta a resistência a compressão de duas amostras de cada um dos 4 diferentes tipos de argamassas (P, T1, T2 e T3) estudadas incorporando RRO.

Tabela 2. Resistência à compressão das argamassas incorporando RRO

P – sem RRO	T1 – 15% de RRO	T2 – 20% de RRO	T3 – 25% de RRO
188 Kgf	90Kgf	220Kgf	150Kgf
220 Kgf	80Kgf	210Kgf	198Kgf
Média	Média	Média	Média
204Kgf ou 20,00 Mpa	85Kgf ou 8,3 Mpa	215Kgf ou 21,08 Mpa	174Kgf ou 17Mpa

Fonte: *Própria, 2014.*

Verifica-se na Tabela 2 que os resultados das médias das amostras em Mpa do teste padrão (P) obtida na resistência a compressão necessária para romper o corpo de prova sem o RRO foi de 20 Mpa, e das amostras testes incorporando o RRO em substituição a areia, a que se melhor obteve resultado foi a T2, com 20% de substituição de areia por RRO. Esta pesquisa inicial sugere que o RRO pode-se ser introduzido como substituinte parcial de areia, reduzindo a poluição ambiental que as indústrias de rochas ornamentais despejam ao meio ambiente deste resíduo de rochas ornamentais, como também pode ser uma opção de negócio lucrativo no ramo de construção civil.

É importante ressaltar que estudos para esta rota tecnológica para incorporação do RRO da lama abrasiva necessitam de maiores ensaios tecnológicos, possibilitando avançar nesta pesquisa aplicada, ampliando a possibilidade de tornar os dados mais consistentes.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As considerações finais deste trabalho na busca de estudar a viabilidade de uma rota tecnológica diferente para incorporação da lama abrasiva do rejeito do desdobramento de rochas ornamentais (RRO) foram as seguintes:

- A viabilidade obtenção da argamassa voltada para a produção industrial necessita de maiores investigações tecnológicas, embora exista indicação satisfatória no quesito de resistência a compressão realizada neste trabalho.
- O resíduo da lama abrasiva no desdobramento de granito pode assumir um papel muito importante na sua reutilização, não só para as empresas geradoras deste passivo ambiental, que estará agregando valor aos resíduos devido à possibilidade de obter um novo produto, como também estará cumprindo sua responsabilidade ambiental de livrar o meio ambiente do impacto que tais resíduos causariam. Dessa forma, o meio ambiente e a empresa são beneficiados.

REFERÊNCIAS

BABISK, Michelle P.. **Desenvolvimento de Vidros Sodo-Cálcicos A Partir de Resíduos de Rochas Ornamentais**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Materiais). Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, 2009.

CAMPOS, A. R. de; CASTRO, N. F.; VIDAL, F. W. H.; BORLINI, M. C.. **Tratamento e aproveitamento de resíduos de rochas ornamentais e de revestimento, visando mitigação de impacto ambiental**. Anais: CETEM 2009 – XXIII Simpósio de Geologia do Nordeste & VII Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste. Fortaleza-CE, 2009.

PREZOTTI, J. C. S.. **Resultados de monitoramentos de estações de tratamento de efluentes líquidos de indústrias de beneficiamento de mármore e granito, implantadas no município de**

PONTES, I.F.; VIDAL, F.W.H.. **Valorização de Resíduos de Serrarias de Mármore e Granito e Sua Aplicação Na Construção Civil**. Anais – CETEM 2005: Vº Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste. Recife-PE, 2005.

SANTOS, J. G.; SILVA, S. S. F. da; NASCIMENTO, N. M. da S.; TRAJANO, M. F.; MELLO, V. S. e. **Caracterização da Lama Abrasiva Gerada Nos Processos de Beneficiamento do Granito: Um Estudo de Caso Na GranFuji Localizado em Campina Grande-PB**. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. São Carlos-SP, 2010.

_____, NBR 10007 – 2004 - Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro. 2004.

_____, NBR13281 – 2005 - Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos. Rio de Janeiro. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. NBR7215 - 1996 - Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro. 1996.