

# APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DE LAVRA E BENEFICIAMENTOS DE ROCHAS ORNAMENTAIS

**Christiano Francisco dos Reis**

Bolsista Capacitação Institucional, Tecng. Rochas Ornamentais.

**Nuria Fernandez Castro**

Supervisora, Eng. Minas, M. Sc.

## Resumo

O beneficiamento das rochas ornamentais gera grandes quantidades de resíduos que são depositados em aterros licenciados, por se tratar de resíduos classificados classe II A- não perigoso e não inerte, segundo a ABNT NBR 10.004:2004. O CETEM e outras instituições buscam dar uma utilização a esses resíduos de modo a contribuir com o desenvolvimento sustentável do setor mediante uma melhor gestão dos resíduos, a redução do impacto ambiental e a geração de subprodutos agregando valor ao processo produtivo. Neste trabalho, foram realizados testes de misturas de concreto incorporando resíduos para a fabricação de blocos estruturais e pavimentos intertravados. Foram utilizados os resíduos grosseiros britados e finos (lama abrasiva) em diversos traços. Os produtos gerados foram testados quanto à sua resistência mecânica, obtendo-se resultados positivos.

## 1. Introdução

As rochas ornamentais iniciam sua cadeia produtiva com a pesquisa e prospecção de áreas alvo e/ou de interesse e posteriormente tendo-se os requisitos exigidos pela viabilidade técnica, econômica e legislação. São abertas jazidas que fazem a extração de (blocos) em forma cúbica de dimensões padrões. Após a extração, o bloco vai para o processo de beneficiamento com a utilização de equipamentos denominados teares, onde é cortado em chapas. Posteriormente ao processo de corte o material vai para uma segunda etapa deste beneficiamento chamada de polimento, cujo objetivo é conseguir eliminar as imperfeições deixadas pelo processo de corte bem como atingir características óticas como; brilho pela capacidade de reflexão e cor acentuada pela perda rugosidade. Depois, são armazenadas no pátio de materiais semiacabados quando não vendidas diretamente como material polido, podem ser transformadas em produtos ainda mais processados denominados como: pisos, soleiras, peitoril, pias, balcões, ladrilhos, mosaicos e etc.

Todo o processo das rochas ornamentais gera grandes quantidades de resíduos. De acordo a levantamentos do Núcleo Regional do Espírito Santo do Centro de Tecnologia Mineral – NRES/CETEM, mais de 22 Mt de resíduos foram gerados no Brasil em 2012 (VIDAL et al., 2014). Os resíduos do beneficiamento, tanto grosseiros (casqueiros, aparas de corte) quanto finos (lama abrasiva), são depositados em aterros que se encontram no limite de sua capacidade. Para tanto, faz-se necessário encontrar métodos de aproveitamento desses resíduos de forma que eles se tornem um sub-produto de rochas ornamentais e também matéria prima para outros processos e produtos. Suas características físico-químicas lembram muito às das matérias primas usadas na composição do concreto, agregados, que chegam a representar 85% em massa do concreto e que podem ser obtidos por processos mecânicos (cominuição e classificação).

## **2. Objetivos**

O objetivo principal foi o estudo de utilização de resíduos do beneficiamento de rochas ornamentais acumulados no aterro de uma associação de produtores, em Cachoeiro do Itapemirim, em produtos de base de cimento e concreto.

## **3. Material e Métodos**

Foi realizado um levantamento bibliográfico sobre as utilizações de resíduos industriais do beneficiamento de rochas e também sobre a fabricação de artefatos da construção civil. As amostras para a execução do trabalho foram coletadas em um aterro licenciado por uma associação de produtores local, de acordo às orientações ABNT NBR 10007 para amostragem de resíduos sólidos. Foram coletados resíduos finos de rochas ornamentais (lama abrasiva) e grosseiros (casqueiros), depois foi realizada a homogeneização e o quarteamento para a obtenção de amostras representativas, as quais foram caracterizadas física, química e mineralogicamente.

As amostras de casqueiros, depois de amostradas foram organizadas em pilha cônica, sendo, em seguida, espalhadas horizontalmente. Colidas as alíquotas, com ajuda de uma marreta, foi feita uma pequena redução, posteriormente britadas em britador de mandíbulas 5" x 4", da marca MARCONI LAB, do Centro de Tecnologia Mineral – CETEM/MCTI. Depois foi realizada a análise granulométrica de acordo com os métodos descritos na norma NBR NM 27: 2001 – Agregados - Redução de amostras de campo para ensaios de laboratório e NBR NM 248 –Agregados – Determinação da composição granulométrica.

As amostras de lama, após homogeneizadas e quarteadas, foram secas em estufa a  $100 \pm 5^\circ\text{C}$  de laboratório (Marca Nova Ética), desaglomeradas em um peneirador (Marca Mineralmaq) e retirado o material passante em 20 malhas, de forma a uniformizar o material.

Utilizando-se dos materiais: Cimento, areia de rio, pó de rocha, brita produzido com resíduos; e os equipamentos: Molde para corpos de prova cilíndricos, balança semi-analítica, pá côncava e betoneira, foram feitas três misturas com composições diferentes, como mostrado na Tabela 1. Com essas misturas foram confeccionados blocos de alvenaria e pavimentos intertravados, na empresa CPIX, que foram testados quanto à sua resistência à compressão, de acordo à ABNT 5739 – Compressão de corpos de prova cilíndricos e ABNT NBR 9781:2013 – Peças de concreto para pavimentação – Especificação e método de ensaio. Também foram analisadas as características dimensionais e de absorção de água, de acordo a normas vigentes.

## **4. Resultados e Discussão**

As Tabelas 1, 2 e 3, mostram, respectivamente, a composição das misturas utilizadas, os resultados do ensaio de resistência a compressão dos blocos de concreto e os resultados do ensaio de resistência à compressão dos pavimentos intertravados.

Tabela 1 – Composição utilizada nos blocos e pisos fabricados

Composição	Peso Unit.kg	Peso%	Composição	Peso Unit.kg	Peso%	Composição	Peso Unit.kg	Peso%
Brita 0	133,33	40,00	Brita 0	75	30,00	Brita 0	50	25,00
Areia de Rio	116,66	35,00	Areia de Rio	75	30,00	Areia de Rio	50	25,00
Pó de Rocha	16,66	5,00	Pó de Rocha	25	10,00	Pó de Rocha	25	12,50
Lama Abrasiva	16,66	5,00	Lama Abrasiva	25	10,00	Lama Abrasiva	25	12,50
Água	25	7,50	Água	25	10,00	Água	25	12,50
Cimento	50	15,00	Cimento	50	20,00	Cimento	50	25,00
TOTAL	333,31	100,00	TOTAL	250	100,00	TOTAL	200	100,00

Tabela 2 – Resultados dos ensaios de resistência à compressão dos blocos (ABNT NBR 12118:2014)

Carga de Ruptura dos blocos em Mpa por Mistura				
Identificação do CP	Mistura 00	Mistura 01	Mistura 02	Mistura 03
1	7,3	24,9	18	21,2
2	8,1	26,2	15,8	20,9
3	7,2	23,2	12,7	9,4
4	8,8	21,5	14,7	11,8
5	9	23	13,7	5
6	7,2	25,2	16,7	18,6
Media	7,9	24	15,27	14,48
Desvio	0,823812276	1,730895722	1,958230494	6,726192583

Tabela 3: Resultados do ensaio de resistência à compressão dos pavimentos (ABNT NBR 9781:2013).

Carga de Ruptura dos pavimentos em Mpa por Lote				
Identificação do CP	Mistura 00	Mistura 01	Mistura 02	Mistura 03
1	10,5	13,2	28,5	31
2	11,9	19,6	30,9	36,6
3	13,3	15,5	30,2	39,6
4	11,4	24,6	25,9	30,1
5	11,7	25,3	33,7	38,2
6	14,8	20	30,8	33,1
Media	12,3	19,7	30,00	34,77
Desvio	1,537096831	4,803332177	2,616868357	3,930733604

Como mostra a tabela 2, os blocos produzidos com resíduos apresentaram resistências muito superiores aos de referência, blocos comerciais na região (Mistura 0). Os ensaios dimensionais e de umidade apresentaram conformidade em todas as amostras (ABNT NBR 6136).

Também os pavimentos produzidos com resíduos apresentaram resistência à compressão superior à dos pavimentos comercializados na região (Mistura 0), conforme mostra a Tabela 3. No entanto, apenas alguns corpos de prova com resíduos (Mistura 3) alcançaram o valor mínimo exigido pela NBR 9781:2013, que é de 35 Mpa, para o tráfego de pedestres e veículos leves. A mistura 3 é a que contém maior percentagem de pó de rocha que, provavelmente, melhorou a resistência, preenchendo os vazios do concreto.

## 5. Conclusão

Este estudo, preliminar, indica que podem ser incorporados, em até quase 40% em peso, resíduos do beneficiamento de rochas ornamentais na formulação de blocos de alvenaria. Pisos intertravados também podem incorporar resíduos, mas sua formulação deve ser ainda ajustada para se atingirem os requisitos técnicos necessários desses produtos. Recomenda-se continuar o estudo com a realização de outros ensaios e a análise ecotoxicológica dos produtos fabricados com resíduos. São alternativas de interesse para associação dos produtores de rochas ornamentais que visam encontrar aplicações imediatas para os resíduos.

## 6. Agradecimentos

Agradeço a Deus o dom da vida e saúde. Agradeço aos meus pais, pela zelosa criação. Ao CETEM, pela oportunidade de pesquisa. Aos colaboradores do Núcleo Regional do Espírito Santo, ao coordenador da CATE, Francisco Hollanda Vidal, à minha supervisora Nuria Fernandez Castro, a associação do aterro e ao IFES – Instituto federal do Espírito Santo, em especial aos técnicos Murilo e Thais. E ao CNPQ pela bolsa concedida.

## 7. Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6136:2014 **Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

\_\_\_\_\_. NBR 10004:2004 **Resíduos sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

\_\_\_\_\_. NBR 10007:2004 **Amostragem de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

\_\_\_\_\_. NBR NM 248:2003 **Determinação da composição granulométrica - Classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

VIDAL, F.W.H.; AZEVEDO, H.C.A.; CASTRO, N.F. **Tecnologia de Rochas Ornamentais – Pesquisa, Lavra e Beneficiamento**. 1.ed. Rio de Janeiro, Brasil: CETEM/MCTI, 2013. 700p.