

Desenvolvimento de projetos de produtos utilizando resíduos pétreos de rochas ornamentais

Development of projects using solid waste of dimension stones

Aurélio Azevedo Barreto Neto

Doutor. Professor de Engenharia Sanitária e Ambiental do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) – Vitória (ES), Brasil.

Andler Magno Vieira de Melo

Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) – Vitória (ES), Brasil.

Resumo

O estado do Espírito Santo, devido ao grande destaque na área de produção e exportação de Rochas Ornamentais, enfrenta sérios problemas com os resíduos provenientes dessa atividade, os quais, uma vez dispostos de forma inadequada, causam danos ambientais. O objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento de projetos de produtos a partir dos resíduos pétreos de pequeno, médio e grande porte, gerados no beneficiamento de rochas ornamentais, visando melhor destinação desses resíduos e a geração de renda para os trabalhadores de cantaria. A metodologia utilizada foi (i) diagnóstico do setor de cantaria com visitas e aplicação de questionário; (ii) análise do diagnóstico; (iii) desenvolvimento de projetos de novos produtos; e (iv) estudo de viabilidade econômica. O trabalho sugere alternativas de utilização dos resíduos com incremento no valor agregado dos produtos desenvolvidos pelos canteiros.

Palavras-chave: rochas ornamentais; cantaria; resíduos.

Abstract

The State of Espírito Santo, due to the great production and exportation of dimension stones, has a lot of problems for the disposition of generated residues in the production processes of these stones as much the residues of larger dimension as the one of smaller dimension. These residues, placed in an inadequate way, can cause environmental damages. This work aimed to develop new projects using residues generated in the production of dimension stones. The methodology was (i) diagnosis of the quarry by visits and questionnaire application; (ii) analysis of the accomplished diagnosis; (iii) development of projects for new products; (iv) study of economical viability. This work suggests alternative uses of the residues with increase in the value of the products developed by the quarry workers.

Keywords: dimension stones; quarry; waste.

Introdução

O setor das rochas ornamentais é uma das atividades industriais que mais tem crescido nas três últimas décadas no Brasil e, conseqüentemente, têm aumentado a geração de rejeitos (Mothé Filho; Polivanov; Mothé, 2005). Os mármore e os granitos destacam-se por representarem 90% da produção mundial de rochas ornamentais. Os granitos correspondem às rochas silicáticas e, se comparados aos mármore, possuem menor porosidade, elevada resistência e dureza. Por outro lado, os mármore constituem-se como rochas carbonáticas, cuja durabilidade e nobreza conferem-lhe valor, ainda que sejam menos resistentes a riscos e vulneráveis a ataques químicos ácidos (ALENCAR; CARANASSIOS; CARVALHO, 1996; SPÍNOLA; GUERREIRO; BAZAN, 2004; BRASIL, 2007).

A aplicação do granito na construção civil em substituição a outros produtos vem sendo crescente, pelo fato de suas características apresentarem vantagens de uso: resistência, durabilidade, facilidade de limpeza e estética. Seu dinamismo de mercado está fundamentado na sua elevada capacidade de substituição em relação a outros materiais. Como é resistente ao ataque químico e ao desgaste abrasivo, a utilização do granito em revestimentos externos tem aumentado, tanto em pisos quanto em fachadas (Peiter, 2001).

O estado do Espírito Santo é responsável por 65% em volume das exportações totais de rochas ornamentais do Brasil e por 94% das exportações de placas polidas. No que tange aos equipamentos, o Espírito Santo possui 69% dos teares do país e aloja 80% das fábricas de máquinas para o setor. Convém citar que ao estado

capixaba pertence quase a metade de toda a produção nacional, empregando cerca de 32 mil pessoas em 1000 empresas (BRASIL, 2009; Inforochas, 2011). Pode-se inferir, portanto, que as atividades relacionadas aos diversos segmentos provenientes do setor de rochas ornamentais são fonte de renda, bem como de mão-de-obra, acarretando um desenvolvimento econômico e social com significância não só em nível local e estadual, mas também em nível nacional.

A cadeia produtiva de rochas ornamentais é uma atividade de grande impacto ao meio ambiente e está representada na seguinte ordem: (i) extração, (ii) beneficiamento primário e secundário, e (iii) comércio. Em todas essas etapas, principalmente a extração e o beneficiamento, tanto primário quanto secundário, ocorrem uma grande geração de resíduos que podem apresentar-se sob a forma de matações, casqueiros, lamas, materiais particulados, sobras de chapas recortadas e danificadas, entre outros. Toda essa cadeia produtiva tem gerado uma grande quantidade de resíduos sólidos, que, na sua grande maioria, ficam depositados nos pátios das empresas à espera de uma destinação final, que, muitas vezes, não é adequada. No Brasil, para rochas de processamento especial, que são aquelas extraídas em blocos e serradas em teares ou talha-blocos, para posterior acabamento de face, a perda no beneficiamento é de no mínimo 35–40%. Para as rochas de processamento simples, essa perda no beneficiamento pode atingir até 70% da matéria-prima, o que também destaca a necessidade de aproveitamento dos rejeitos do setor de rochas (BRASIL, 2009).

Muitos trabalhos têm sido realizados com o objetivo de utilizar a lama abrasiva resultante do beneficiamento dos blocos de rochas em chapas e ladrilhos, visando à incorporação dessa lama na fabricação de lajotas, telhas e agregados para concreto, conforme apresentado por Moreira, Freire e Holanda (2003); Moreira, Manhães e Holanda (2005); Mothé Filho, Polivanov e Mothé (2005); Queiroz e Frascá (2008); Souza, Pinheiro e Holanda (2011), e no desenvolvimento de tecnologias aplicadas em cantarias (LUZ; BALAREZO; PEREIRA, 2003); entretanto, não se observa na literatura trabalhos de cunho científico para o reuso dos resíduos pétreos de pequeno, médio e grande porte.

O estado do Espírito Santo, por figurar entre os estados de maior produtividade no setor, apresenta problemas com a grande quantidade de resíduos gerados nessa atividade produtiva, principalmente com os de maior dimensão (Figura 1). Parte desses resíduos produzidos pelas indústrias são vendidos e/ou doados aos canteiros localizados na margem da BR-101 Norte. Os custos de transporte desses resíduos são pagos pelos canteiros.

Esses resíduos sólidos de maior dimensão são constituídos, em sua maioria, de casqueiros (sobras da serragem nos teares), chapas defeituosas, matações, blocos trincados e blocos sem valor comercial. Tais resíduos podem ser utilizados para outros fins a partir de pequenas transformações na sua forma e tamanho, reduzindo, assim, a quantidade de resíduos descartados. A transformação desses resíduos em outros produtos de interesse comercial pode contribuir para a

geração de novos empreendimentos na cadeia produtiva e, consequentemente, novos postos de trabalho.

O objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento de projetos de produtos a partir dos resíduos pétreos de pequeno, médio e grande porte, gerados nos processos de beneficiamento de rochas ornamentais.

Metodologia

Materiais

Os materiais utilizados foram: resíduos sólidos utilizados nos trabalhos de cantaria (sobras de rochas, de placas, casqueiros e cascalhos) provenientes do beneficiamento de rochas ornamentais (Figura 1); instrumentos de medidas, tais como, paquímetro, trena, esquadros, transferidor, compasso e escalímetro; máquina fotográfica digital; *softwares* AutoCAD e Corel Draw.

Método

O método utilizado para o desenvolvimento deste projeto compreendeu quatro etapas:

Etapa 1 - Visitas técnicas e aplicação de questionário

Foram realizadas visitas de campo a todos os pontos de cantaria da região, totalizando cinco pontos, localizados às margens da BR-101-Norte, no município da Serra (ES). Em cada ponto, realizou-se um cadastro e foi aplicado um questionário contendo 11 perguntas. Esta primeira etapa teve como objetivo adquirir informações para a composição de um cadastro, que deu subsídios para o desenvolvimento dos novos produtos.

Os itens contemplados no cadastro foram: registro fotográfico, dimensão física dos resíduos pétreos, tipos de rochas predominantes (cor, textura, resistência), produtos comercializados, dimensões dos produtos comercializados, preço praticado para a venda dos produtos já desenvolvidos, renda dos canteiros, origem dos resíduos utilizados, custo dos resíduos adquiridos, quantidade de mão-de-obra, principais compradores, ferramentas e outras fontes de renda.

Etapa 2 - Análise de aplicações

A partir das observações em campo e análises dos questionários, foram identificadas as possíveis novas aplicações desses resíduos. Para isso, foi verificada a viabilidade de oferta de novos produtos com base nas características coletadas nos pontos de cantaria visitados. Essa análise permitiu a identificação de: (a) produtos já desenvolvidos pelos canteiros; (b) aptidão e capacidade técnica dos canteiros; (c) mercado consumidor dos produtos produzidos pelos canteiros; (d) ferramentas utilizadas, e (e) preços aplicados nas peças já desenvolvidas. Com esses dados, foi identificada, inicialmente, a aptidão para 11 novos produtos, que foram: pisos para jardins e residências, bancos, base

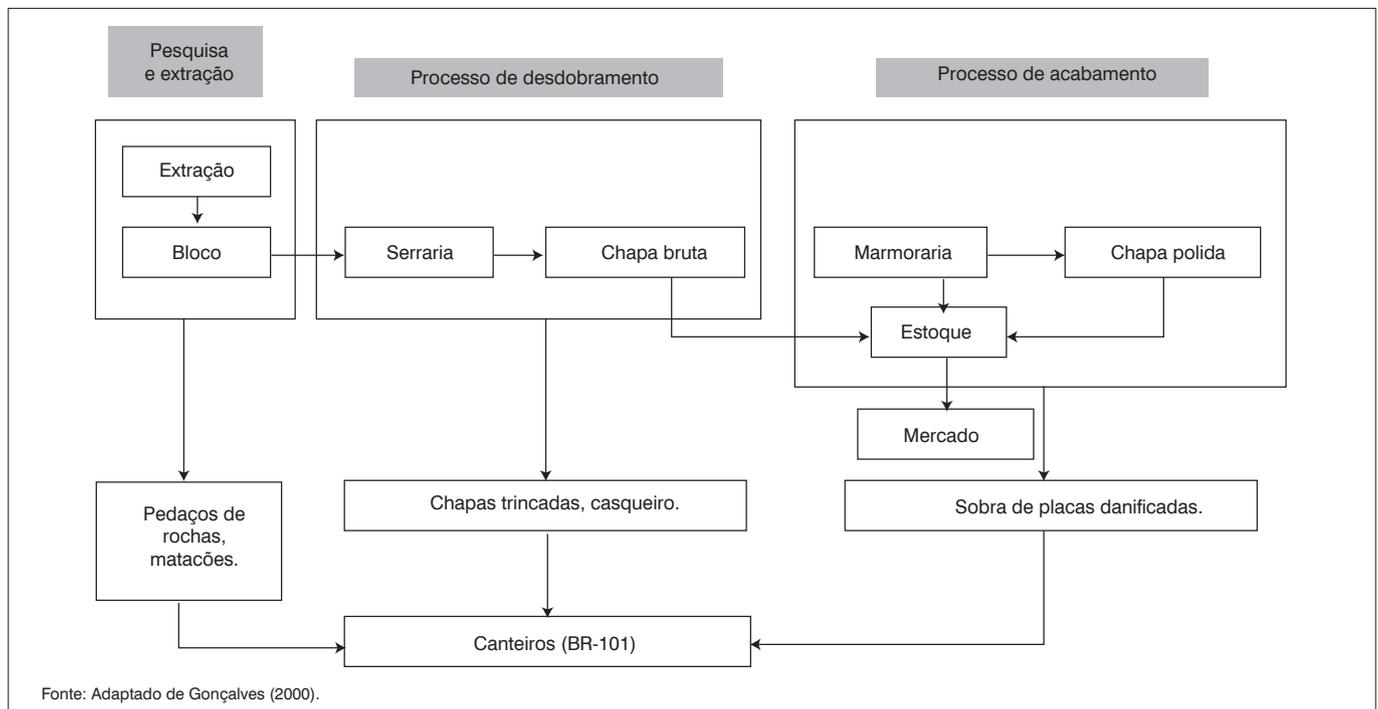


Figura 1 – Fluxograma de geração e destinação de resíduos de rochas ornamentais de maior dimensão.

para mesa de jantar e de centro, tampos para mesas, poltronas, vasos, porta-livros, porta-canetas, saboneteiras e pedra para carnes.

Etapa 3 - Desenvolvimento dos projetos

Visando a aplicabilidade dos resíduos sólidos identificados nos pontos de cantaria na BR-101 Norte e tendo como foco a possibilidade de incremento da associação de produtos desenvolvidos pelos canteiros, foram desenvolvidos projetos de novos produtos com a utilização das ferramentas computacionais. Esses projetos foram desenvolvidos de modo a se adequar às dimensões das pedras já comercializadas nas cantarias visitadas (Figura 2), visando uma melhor agregação de valores para os produtos desenvolvidos pelos canteiros.

O projeto individual dos novos produtos desenvolvidos foi composto de: (i) descrição do material utilizado; (ii) descrição do tipo de utilização final; (iii) dimensões métricas de construção; (iv) descrição das etapas para a construção dos produtos definidos; (v) desenho arquitetônico em 2D (bi-dimensional) e em 3D (tri-dimensional). Os desenhos foram realizados com o auxílio dos programas AutoCAD e Corel Draw, para proporcionar uma maior percepção de aplicação e montagem dos novos produtos derivados.

Etapa 4 - Estudo econômico

Nesta etapa, foi realizado um estudo econômico visando a elaboração de uma estimativa de lucro para os novos produtos. Nesta fase, foram identificadas todas as matérias-primas utilizadas no desenvolvimento dos novos produtos, com seus respectivos custos e a quantidade de material utilizado. Para definir o valor de cada peça desenvolvida, foi realizada uma pesquisa de produtos

similares já desenvolvidos no país, podendo, assim, atribuir um valor de mercado de cada produto do projeto e dos custos. Dessa forma, foi possível obter por fim uma estimativa de lucro dos novos produtos desenvolvidos.

Resultados e Discussões

Com base na análise do diagnóstico das cantarias, que foi obtido a partir de entrevistas e visitas de campo, foram identificadas algumas importantes características dessa atividade. Primeiramente, foi observado que os resíduos de rochas ornamentais mais utilizados pelos canteiros são, em primeiro lugar, de rochas graníticas e, em segundo, de rochas carbonáticas, os mármore. Observou-se também que os custos para aquisição da matéria-prima variavam de R\$ 10,00 a 12,00 cada casqueiro, tendo sua origem o polo industrial da Serra, onde se concentra uma grande quantidade de indústrias de beneficiamento de rochas ornamentais.

Os produtos comercializados pelos canteiros eram lajes, lajão, placas, pedra marruada, pedra para muro de arrimo (utilizada em alvenaria), pedra para caminho, brita e paralelepípedo (Figura 2). Esses produtos eram desenvolvidos pelos próprios canteiros, a partir dos resíduos de rochas (casqueiro), nos pontos de cantaria. Observou-se que esses produtos possuíam um baixo valor agregado, o que resultava em baixos preços de comercialização (ver Tabela 1) e, conseqüentemente, em uma baixa renda dos canteiros. Ficou evidenciado também um anseio dos canteiros em reverter essa situação, para que os mesmos conseguissem um melhor reconhecimento financeiro pelo seu trabalho.



Figura 2 – Algumas peças produzidas pelos canteiros. (A) lage; (B) paralelepípedo; (C) placas; (D) pedra caminho.

Os novos produtos propostos, criados a partir das peças já desenvolvidas pelos canteiros (Figura 3), proporcionaram uma maior facilidade na aceitação por parte dos canteiros, uma vez que os novos produtos eram adequados às dimensões das pedras já comercializadas pelos mesmos. Essa compatibilidade da dimensão métrica das peças favoreceu a realização da produção experimental dos projetos, permitindo a percepção do incremento de valor agregado às peças já produzidas.

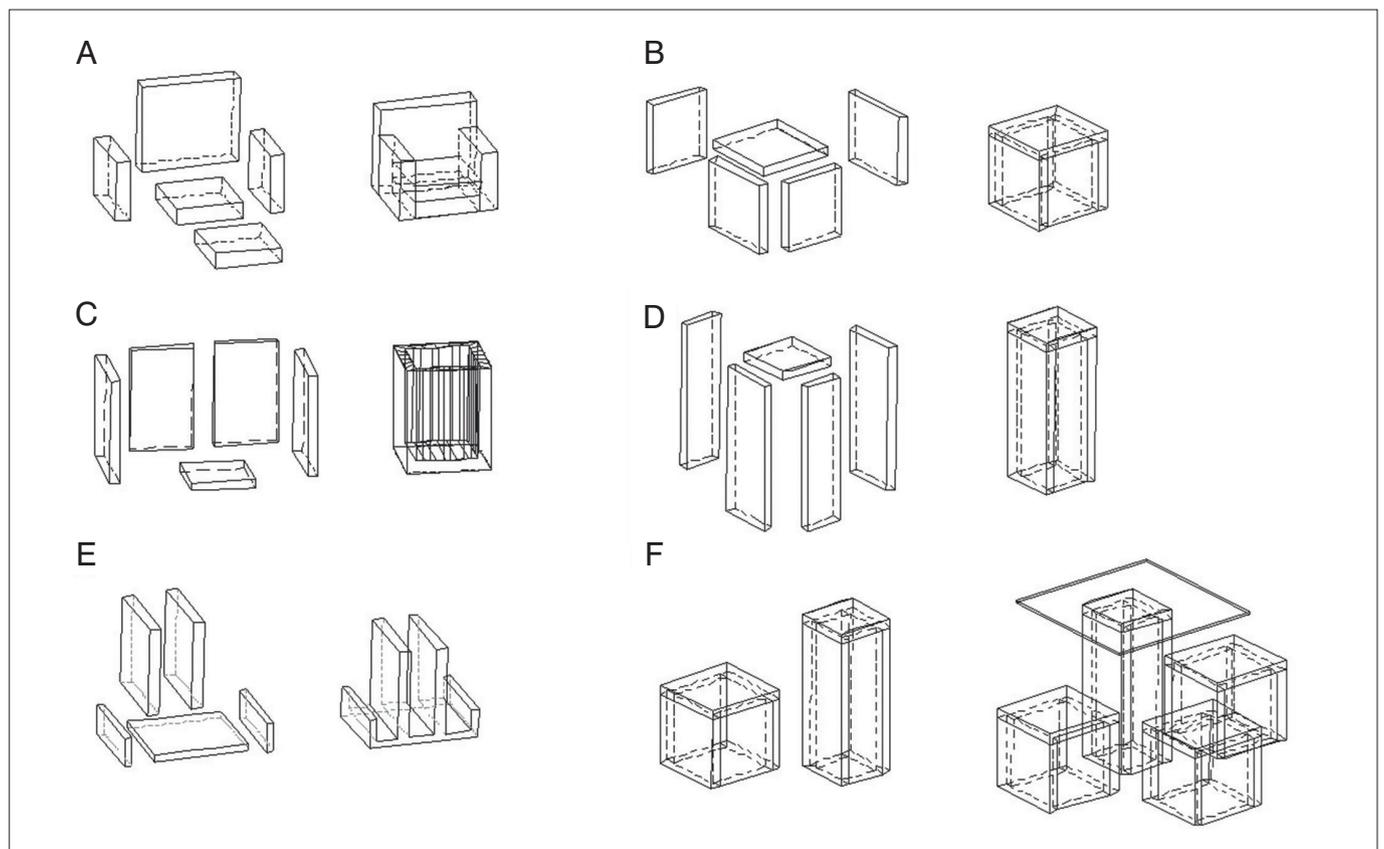
Os custos de produção de cada produto desenvolvido foram considerados baixos, quando comparados com similares encontrados no mercado. Os preços médios dos materiais de consumo a serem utilizados na fabricação dos novos produtos estão apresentados na Tabela 1, na qual se observa que os custos de produção dos novos produtos dependem da área superficial de contato entre as peças (custo com massa plástica) e da textura de acabamento (custo com lixa).

Para o estudo de viabilidade econômica dos projetos, foi analisado apenas o custo do material utilizado e o valor de venda de cada produto no mercado, visto que a mão-de-obra será realizada pelos próprios canteiros. É importante lembrar que no valor de cada peça está embutido o tempo necessário para a sua produção. Nos produtos de maior porte, foi estipulado o número de peças a serem utilizadas para o desenvolvimento do produto final. Os demais produtos foram desenvolvidos a partir de resíduos menores de rochas, que podem ser gerados durante o desenvolvimento dos produtos de maior dimensão. Dessa forma, não foi colocado nenhum custo fixo sobre esses produtos. Para uma melhor avaliação da viabilidade econômica dos produtos, realizou-se uma pesquisa de preços de mercado de objetos semelhantes aos desenvolvidos neste trabalho. Todos os cálculos realizados para a obtenção da viabilidade econômica, bem como a estimativa de geração de renda, estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Viabilidade econômica dos projetos de novos produtos desenvolvidos.

Produto	Matéria-prima (peças) já produzida pelos canteiros							Custo total de matéria-prima (R\$)	Material		Custo total de material (R\$)	Valor de mercado da peça (R\$)	Lucro (R\$ e %)
	Custo considerando-se a quantidade total de peças a ser utilizada (R\$)								Massa plástica 300 g (R\$)	Lixa para polimento (R\$)			
	20x30 cm	20x40 cm	40x40 cm	40x60 cm	40x80 cm	50x50 cm	40x120 cm						
Banco de jardim 4 peças 40x40 1 peça 40x120			10,00				10,40	20,40	16,00	87,00	123,40	446,32	322,92 (72,4)
Mesa de centro 2 peças 20x40 1 peça 40x120		3,28					10,40	13,68	16,00	87,00	116,68	431,62	314,94 (73,0)
Poltrona 4 peças 50x50 2 peças 40x80					10,80	15,60		26,40	16,00	87,00	129,40	446,60	317,20 (71,0)
Conjunto mesa e banco 16 peças 40x40 4 peças 40x80			40,00		21,60			61,60	16,00	87,00	164,60	487,20	322,60 (66,2)
Mesa 2 peças 40x120							20,80	20,80	16,00	87,00	121,80	225,12	103,2 (45,8)
Chapa de carne 1 peça 40x40			2,50					2,50	*	29,00	31,50	44,10	12,60 (28,6)
Vaso retangular 5 peças 20x30	6,30							6,30	8,00	29,00	43,30	55,33	12,03 (21,7)
Cinzeiro									8,00	**	8,00	11,20	3,20 (28,6)
Saboneteira									*	**	NC	15,00	15,00 (100)
Porta-papel									8,00	**	8,00	15,00	7,00 (46,7)
Porta-lápis									*	**	NC	10,00	10,00 (100)

*Peças que não necessitam de massa plástica, pois são desenvolvidas como peças inteiriças; **peças que, devido às pequenas dimensões, necessitarão apenas de sobras de lixas utilizadas em outras peças. NC: não apresenta custos significativos.

**Figura 3** – Alguns modelos dos produtos desenvolvidos. (A) poltrona; (B) mesa de centro; (C) vaso; (D) base para mesa; (E) porta livros; (F) conjunto de mesa e bancos.

Os resíduos gerados durante a atividade dos canteiros para o desenvolvimento dos novos produtos serão material pétreo de pequenas dimensões, que poderão ser incorporados com a brita que já é produzida pelos canteiros, e pó de pedra, que, devido à pequena quantidade, não foi quantificado.

Conclusões

Os resultados obtidos no presente estudo conduziram às seguintes conclusões.

O desenvolvimento deste trabalho permitiu a criação de projetos de novos produtos, utilizando resíduos pétreos de rochas ornamentais, com maior agregação de valor aos produtos já comercializados em oficinas de cantaria no estado do Espírito Santo, e proporcionando uma maior possibilidade, aos profissionais envolvidos nesse processo, de um incremento de renda e, conseqüentemente, melhoria da sua qualidade de vida. Um melhor reaproveitamento dos resíduos

pétreos gerados nos processos de beneficiamento de rochas ornamentais proporcionará uma redução da quantidade dos mesmos no meio ambiente, solucionando, assim, um grande problema ambiental enfrentado pelas indústrias do setor de rochas no estado.

Os novos produtos propostos não necessitarão de investimentos significativos, uma vez que os mesmos foram idealizados com base em peças já desenvolvidas pelas oficinas de cantaria. As novas peças são geradas a partir da interconexão das peças já produzidas, utilizando-se ferramentas e insumos simples, muitas das quais já disponibilizadas nessas oficinas de cantaria.

Além dos canteiros já envolvidos nesse processo, outros profissionais poderão se envolver e se beneficiar com a transformação dos resíduos pétreos de rochas ornamentais em produtos comercializáveis, e, desta forma, aumentar a oferta e a divulgação desses produtos, contribuindo, assim, com a economia local e com a redução dos resíduos gerados no beneficiamento industrial de rochas ornamentais.

Referências

- ALENCAR, C.R.A.; CARANASSIOS, A.; CARVALHO, D. (1996) *Tecnologias de lavra e beneficiamento: estudo econômico sobre rochas ornamentais*. Fortaleza: Ed. Instituto Euvaldo Lodi. 225 p.
- BRASIL; MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (2007) *Rochas Ornamentais*. Brasília: Ministério da Educação, 29 p.
- BRASIL; MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (2009) *Perfil de Rochas Ornamentais e de Revestimento*. Relatório Técnico 33. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 101 p.
- GONÇALVES, J.P. (2000) *Utilização do resíduo de corte de granito, como adição, em concretos*. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 135 p.
- INFOROCHAS (2011) Exportações capixabas atingem US\$ 71 milhões em volume embarcado do setor de rochas. *Info Rochas*, v. 71, n. 59, p. 10.
- LUZ, J.A.M.; BALAREZO, F.J.M.; PEREIRA, C.A. (2003) Emprego de argamassa expansiva e termoconsolidação de peças em cantaria. *Revista da Escola de Minas*, v. 56, n. 3, p. 161-167.
- MOREIRA, J.M.S.; FREIRE, M.N.; HOLANDA, J.N.F. (2003) Utilização de resíduo de serragem de granito proveniente do estado do Espírito Santo em cerâmica vermelha. *Cerâmica*, v. 49, p. 262-267.
- MOREIRA, J.M.S.; MANHÃES, J.P.V.T.; HOLANDA, J.N.F. (2005) Reaproveitamento de resíduo de rocha ornamental proveniente do Noroeste Fluminense em cerâmica vermelha. *Cerâmica*, v. 51, p. 180-186.
- MOTHÉ FILHO, H.F.; POLIVANOV, H.; MOTHÉ, C.G. (2005) Reciclagem dos Resíduos Sólidos de Rochas Ornamentais. *Anuário do Instituto de Geociências*, v. 28, n. 2, p. 139-151.
- PEITER, C.C. (2001) *Rochas Ornamentais no Século XXI: bases para uma política de desenvolvimento sustentado das exportações brasileiras*. Rio de Janeiro: Ed. CETEM/ABIROCHAS, 160 p.
- QUEIROZ, F.C.; FRASCÁ, M.H.B.O. (2008) Estudo para o aproveitamento de resíduos pétreos de marmorarias, como agregados para concreto de cimento Portland. *Exacta*, v. 6, n. 1, p. 83-92.
- SOUZA, A.J.; PINHEIRO, B.C.A.; HOLANDA, J.N.F. (2011) Efeito da adição de resíduo de rocha ornamental nas propriedades tecnológicas e microestrutura de piso cerâmico vitrificado. *Cerâmica*, v. 57, p. 212-218.
- SPÍNOLA, V.; GUERREIRO, L.F.; BAZAN, R. (2004) *Desenbahia: documento de trabalho*. Salvador: Agência de fomento do Estado da Bahia. Disponível em: <<http://www.desenbahia.ba.gov.br/biblioteca/estudos.asp.htm>>. Acesso em: 25 maio 2008.