

A SUSTENTABILIDADE E O RESÍDUO GERADO NO BENEFICIAMENTO DAS ROCHAS ORNAMENTAIS

Alessandra Savazzini dos Reis (1); Cristina Engel de Alvarez (2)

(1) Professora do Centro Federal de Educação Tecnológica do Espírito Santo – Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil
e-mail: alessandrar@cefetes.br

(2) Centro Tecnológico – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil - e-mail: engel@npd.ufes.br

RESUMO

A indústria de rochas ornamentais no Brasil é uma área promissora, apresentando um crescimento médio na produção mundial estimado em 6% ao ano nos últimos dez anos (LISBOA, 2004). O Brasil é o quinto maior produtor no mundo, sendo o estado do Espírito Santo responsável por 43% da produção nacional (ABIROCHAS, 2006). As atividades relacionadas à extração e beneficiamento de rochas ornamentais promovem um grande crescimento econômico no país, porém acarretam graves consequências ambientais nos resíduos sólidos gerados, sendo sua reciclagem e uso na construção civil uma boa alternativa na mitigação do impacto e na otimização de soluções visando o desenvolvimento sustentável do setor. Assim, objetivando incrementar a reciclagem do resíduo do corte de rochas ornamentais, este estudo apresenta um diagnóstico preliminar cuja metodologia adotada obedece às seguintes etapas: levantamentos (bibliográfico e documental); estabelecimento de padrões para a análise em campo; análise *in loco* de três beneficiadoras; análise dos dados obtidos; e avaliação dos resultados. A pesquisa desenvolvida demonstrou que as empresas beneficiadoras atendem parcialmente a Legislação Ambiental quanto ao resíduo gerado; volume próximo aos 30% em conformidade com o apontado na bibliografia consultada, e com uma parcela do resíduo aproveitado na forma de reciclagem com uso na construção civil.

Palavras-chave: resíduo de serragem de rochas ornamentais; sustentabilidade; reciclagem.

ABSTRACT

The dimension stone industry in Brazil is a promising area, presenting a medium growth in the world production esteemed in 6% a year in the last ten years (LISBOA, 2004). Brazil is the fifth largest producer in the world, being the state of Espírito Santo responsible for 43% of the national production (ABIROCHAS, 2006). The activities related to the extraction and improvement process of dimension stone promote a great economical growth in the country, however they cause serious environmental consequences from the generated solid residues, being their recycling and use in the building site a good alternative in the mitigation of the impact and in optimising solutions seeking the sustainable development of the sector. Thus, aiming to increase the recycling of the cut residue of dimension stones, this study presents a preliminary diagnosis whose adopted methodology obeys the following stages: surveys (bibliographical and documental); establishment of patterns for the analysis in field; analysis *in loco* of three improvement process companies; analysis of the obtained data and evaluation of the results. The developed research has shown that the companies partially attend the Environmental Laws concerned with generated residue; volume generated near to the 30% pointed in the consulted bibliography, and with a portion of the residue turned to advantage in the recycling form with use in the building site.

Keywords: dimension stones sawing residue; sustainability; recycling.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das atividades integradas à cadeia produtiva do setor de rochas ornamentais é relativamente recente no Brasil, já que as atividades de lavra foram iniciadas na década de 1940, o beneficiamento industrial na década de 1970 e as exportações somente na década de 1990.

O Brasil tem se destacado por apresentar uma espetacular “geodiversidade”, colocando o país no grupo dos grandes produtores e exportadores mundiais do setor de rochas. No *ranking* do mercado mundial de rochas processadas especiais, o Brasil saltou da 12ª posição em 1999 para a 5ª posição em 2004, segundo a ABIROCHAS - Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais (2006).

A indústria de mineração e beneficiamento de granitos é uma das áreas promissoras de negócios do setor mineral, apresentando um crescimento médio na produção mundial estimado em 6% ao ano, nos últimos dez anos, e com uma comercialização de materiais brutos e produtos acabados/semi-acabados que movimenta em torno de US\$ 6 bilhões/ano no mercado internacional (LISBOA, 2004).

De acordo com a ABIROCHAS (2006), a produção brasileira abrange em torno de 600 variedades de rochas comercializadas nos mercados interno e externo, com 1.600 lavras ativas; 12.000 empresas operando na cadeia produtiva e gerando 130.000 empregos diretos. A capacidade de produção da indústria brasileira de rochas é de 50-60 milhões m²/ano de rochas processadas.

O estado do Espírito Santo juntamente com o estado de Minas Gerais são os dois principais produtores e exportadores brasileiros de rochas ornamentais, sendo que em 2005, o Espírito Santo contribuiu com 43% da produção nacional de rochas, que foi de 6,9 milhões de toneladas, segundo a ABIROCHAS (2006).

Mantendo o crescimento no setor, as exportações de rochas ornamentais no Espírito Santo nos primeiros sete meses de 2006 apresentaram alta de 51,47% em relação ao mesmo período de 2005. O estado continua líder das exportações brasileiras, correspondendo a 64,5% dos US\$ 580,8 milhões exportados pelo Brasil no período de janeiro a julho de 2006. Foram então exportados US\$ 374,9 milhões em rochas ornamentais, sendo US\$ 309 milhões de produtos manufaturados representando 80,4% das exportações no país, de acordo com o SINDIROCHAS – Sindicato das Indústrias de Rochas Ornamentais, Cal e Calcários do Estado do Espírito Santo (2007).

Chiodi Filho et al. (2004) consideram que o Brasil está vivenciando a segunda grande onda exportadora do setor de rochas, relativa aos produtos processados semi-acabados e envolvendo principalmente chapas de granito. Esta onda sucedeu à de exportação de blocos e está lastreando a de exportação de rochas processadas acabadas, prontas para o consumidor final (*custom made*). A terceira onda exportadora do Brasil corresponde a de produtos finais, tais como, por exemplo, ladrilhos e tampos de mesa. A exportação desses produtos acabados, que são bens destinados diretamente ao consumidor final, é considerada a próxima fronteira da indústria brasileira das rochas ornamentais e de revestimento para a agregação de valor dos produtos finais do setor.

Um dos desafios para o desenvolvimento do setor de rochas ornamentais no Brasil é tornar a rocha beneficiada mais atraente do que a sua venda em forma de bloco para o mercado externo, chegando assim à denominada “terceira onda do setor”. Discute-se, neste caso, a formulação de cooperativas, consórcios de exportação, centrais de matéria prima e centrais de beneficiamento, bem como a formação de centros de pesquisa tecnológica visando, especialmente, a otimização dos processos para a minimização de impactos ambientais e uma aproximação dos conceitos adotados para o desenvolvimento sustentável.

No estudo de Chiodi Filho et al. (2004) são relacionadas as diretrizes referenciais para possíveis desenvolvimentos e oportunidades do setor de rochas no Brasil:

- adequação da logística do sistema portuário brasileiro (competitividade no mercado externo);
- agregação de valor (exportação de produtos finais);
- **adequação ambiental (tratamento e aproveitamento de resíduos);**
- fortalecimento dos arranjos produtivos minero-industriais (*clusters*);

- modernização da base industrial de beneficiamento (qualidade de serragem e polimento);
- ampliação do consumo *per capita* (fortalecimento do mercado interno).

Nesse sentido, um dos percursos a ser adotado na busca do desenvolvimento sustentável do setor de rochas ornamentais passa pelo tratamento e aproveitamento dos resíduos gerados no processo de beneficiamento das rochas, sendo nesta pesquisa enfatizada a questão do resíduo gerado na etapa do corte dos blocos de granito.

2 OBJETIVO

Em uma avaliação preliminar do resíduo gerado no processo de beneficiamento das rochas ornamentais, foram observados os seguintes aspectos:

- Existência de trabalhos científicos que visam à reciclagem do resíduo principalmente na indústria da construção civil;
- Existência de deposição de resíduo em condições inadequadas e em áreas impróprias sob o aspecto ecológico-ambiental e de segurança;
- Não observância da legislação ambiental vigente, principalmente sobre destinação do resíduo, por algumas empresas beneficiadoras;
- Verificação do alto volume de resíduo gerado; e
- Elevado custo de transporte e deposição do resíduo em aterros industriais.

Diante do exposto, o objetivo deste artigo é comprovar a importância da reciclagem do resíduo do corte de rochas ornamentais no contexto do desenvolvimento sustentável almejado pela indústria do setor, em especial no estado do Espírito Santo.

3 METODOLOGIA

A metodologia adotada prevê as seguintes etapas:

I - Levantamentos (bibliográfico e documental) sobre a importância econômica e social da indústria extrativa de rochas ornamentais, bem como o levantamento de dados de pesquisas sobre a quantidade de resíduo gerado no beneficiamento das rochas ornamentais, além da legislação ambiental pertinente à questão do resíduo;

II - Estabelecimento de padrões para a análise em campo através da determinação da relação entre o volume do bloco de rocha beneficiada e o volume de resíduo gerado, bem como o tempo de deposição de resíduo em lagoa de sedimentação e a porcentagem do resíduo que é aproveitada na reciclagem;

III - Pesquisa de campo com análise *in loco* de três beneficiadoras de granito, onde foram coletados os dados de volume de rochas beneficiadas e volume de resíduo gerado e o percentual de resíduo aproveitado para reciclagem;

IV - Análise dos dados obtidos, tanto sob o aspecto quantitativo como qualitativo;

V - Avaliação dos resultados, comparando os valores encontrados *in loco* com os valores encontrados na literatura.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Os resultados obtidos foram analisados sob três aspectos básicos: 1. na identificação das principais etapas geradoras de resíduos no processo de beneficiamento das rochas ornamentais; 2. na relação entre o eventual aproveitamento dos resíduos e o conceito de sustentabilidade; 3. na análise da legislação pertinente. Um resultado adicional relatado neste item refere-se às atividades de campo e aos dados coletados nas empresas analisadas.

4.1 A questão específica do resíduo de beneficiamento das rochas ornamentais

As atividades de extração e beneficiamento das rochas ornamentais se iniciam nas lavras, onde há a extração dos blocos, sendo estes encaminhados para o beneficiamento nas serrarias que incluem a serragem dos blocos em chapas, o polimento das chapas e o corte em ladrilhos com dimensões comerciais. Em todas as etapas do processo há a geração de resíduo (Figura 1).

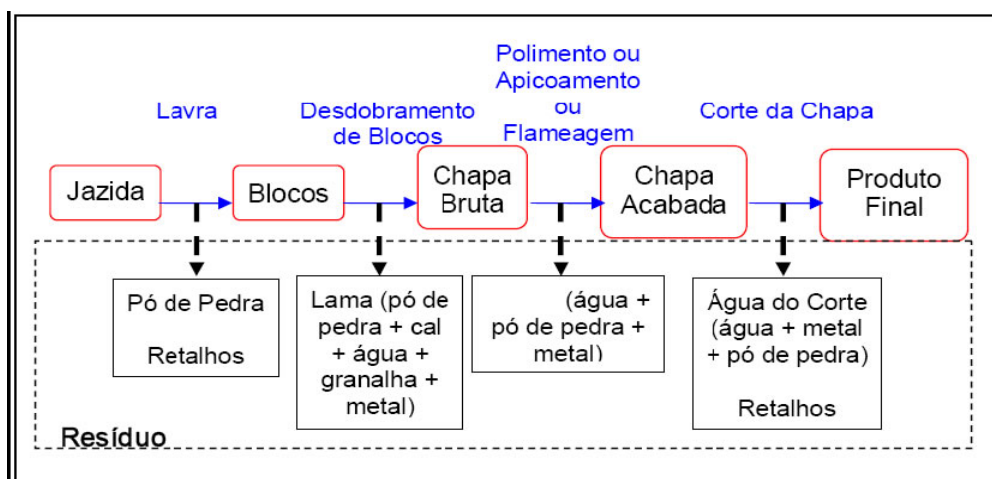


Figura 1 - Esquema da produção do resíduo gerado no beneficiamento do granito (dados de GOMES et al., 2004, p.15).

A atividade de extração (lavra) tem o objetivo de remover o material útil ou economicamente aproveitável dos maciços ou dos matacões. Nesta etapa, deve-se garantir a extração de blocos retangulares de dimensões variadas e ideais para um melhor aproveitamento de material e atendimento à capacidade produtiva dos equipamentos das fases posteriores, segundo Maia e Lacerda (2000).

Na etapa do beneficiamento, o corte dos blocos pode ser feito por equipamentos chamados teares, sendo de dois tipos: de fios diamantados e de lâminas metálicas, sendo este último denominado de tear convencional e existente em maior número nas indústrias atualmente.

No corte do bloco, usa-se uma lama (polpa abrasiva) constituída de rocha moída e água para o tear de fios diamantados. Já no caso do tear convencional, esta lama é acrescida de cal e granalha de aço, que tem como principais finalidades: lubrificar e esfriar as lâminas de serragem; evitar a oxidação das mesmas; limpar os canais entre as chapas; e servir como abrasivo para facilitar o processo de corte.

A lama re-circula no tear por meio de uma bomba submersa de eixo vertical, situada num poço (reservatório) de recolhimento que fica sob o tear, onde a lama é bombeada para cima do bloco através de um sistema de chuveiros em movimentação. Durante a serragem, a lama retorna ao poço e fica mantida em circulação até o término da serrada. Ela deve ter sua viscosidade controlada durante o processo, para isso, é feito o acréscimo de seus componentes: água, granalha e cal. A parte da lama que se torna muito viscosa é descartada e torna-se o resíduo, que em geral, é depositado em lagoas de sedimentação diretamente no solo, nos pátios das empresas. Em algumas empresas, o resíduo passa por um equipamento chamado filtro prensa, que diminui o teor de umidade, podendo-se nesse caso, reaproveitar parte da água, ficando o resíduo também condicionado nos pátios (Figura 2).



Figura 2 – (a) Lagoa de sedimentação de resíduo de corte de rochas ornamentais no pátio da empresa; (b) filtro prensa.

Após a secagem do material na lagoa de decantação, o transporte e disposição do resíduo nos aterros industriais geram despesas consideráveis para as empresas.

Segundo NUNES et al. (2002), nos últimos anos, as indústrias de beneficiamento de rochas ornamentais vêm sendo citadas pelos ambientalistas como fontes de contaminação e/ou poluição do meio ambiente, devido ao grande volume de resíduos gerados e freqüentemente lançados diretamente nos ecossistemas, sem um processo de tratamento para eliminar ou reduzir os constituintes presentes.

A eliminação ou o reaproveitamento dos resíduos industriais gerados por empresas de beneficiamento é um dos grandes desafios para mitigar os impactos ambientais, o que leva pesquisadores ligados ao setor a estudarem o uso deste resíduo em aplicações, principalmente na indústria da construção civil. Nesse sentido, para alavancar o avanço das pesquisas baseado em dados confiáveis de produção, torna-se necessário inicialmente quantificar esses resíduos.

De acordo com Freire e Motta (1995), no sistema de desdobramento do bloco de rocha em chapas através de teares, de 20 a 25% do mesmo é transformado em pó e segundo Gonçalves (2000), no mesmo processo, cerca de 25 a 30% do volume do bloco é transformado em resíduo de serragem.

A quantidade estimada de geração de resíduo de corte de granito e mármore no Brasil foi de 165.000 toneladas ao ano distribuídas entre Espírito Santo, Bahia, Ceará, Paraíba entre outros estados, de acordo com Gonçalves (2000); já em 2002, no trabalho de Moura et al. (2002), esse valor alcançou 240.000 toneladas ao ano, distribuídos nos mesmos estados.

Chiodi Filho (2005, apud MOURA et al., 2006), afirma que no Brasil, o setor de rochas ornamentais gera cerca de 800.000 toneladas por ano de resíduo durante o processo de beneficiamento das rochas. De acordo com esses dados, verifica-se um grande aumento na quantidade de resíduo gerado no país nos últimos cinco anos, saltando de 165.000 toneladas para 800.000 toneladas anualmente.

4.2 Uso do resíduo e o desenvolvimento sustentável

O desenvolvimento sustentável é definido como aquele que “*permite atender às necessidades básicas de toda a população e garante a todos a oportunidade de satisfazer suas aspirações para uma vida melhor sem, no entanto, comprometer a habilidade das gerações futuras atenderem suas próprias necessidades*” (CHEN e CHAMBERS, 1999 apud JOHN, 2000, p. 16).

O modelo proposto de desenvolvimento sustentável implica numa transformação do atual sistema econômico, considerando que a maioria dos sistemas de produção material, dominantes no mundo não são sustentáveis, principalmente nos aspectos legais, econômicos, sociais e ambientais, em relação ao modo de vida da sociedade contemporânea, centrado na estrutura de produção e consumo. A indústria de exploração de rochas ornamentais está inserida nesta problemática e a sustentabilidade do setor envolve, entre outras alternativas, a busca pela reciclagem do resíduo gerado.

Assim, a reciclagem é uma oportunidade de transformação de uma fonte importante de despesa em faturamento ou, pelo menos, de redução das despesas de deposição, além da mitigação dos riscos ambientais. O reaproveitamento do resíduo diminui o consumo de recursos naturais na fabricação de produtos e elimina a necessidade de armazenar grandes quantidades de resíduos em aterros industriais.

No processo de reciclagem deve-se levar em consideração a caracterização física, química e ambiental do resíduo para que os novos produtos tenham bom desempenho e uma maior aceitação dos consumidores, para assim, contribuir efetivamente para o desenvolvimento sustentável dos setores.

4.3 Legislação pertinente

A Legislação Brasileira na área ambiental começou a se solidificar a partir da década de 70 do século passado. A obrigação do licenciamento ambiental para atividades de mineração começou a vigorar em 1986 com a Resolução CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente - nº 1.

Entretanto, o Brasil ainda não possui uma Política Nacional de Resíduos Sólidos, o que dificulta o entendimento das legislações aplicáveis aos mesmos. O quadro da Figura 3 apresenta um resumo da legislação ambiental vigente aplicável ao setor de rochas ornamentais em relação à questão do resíduo gerado. Já o quadro da Figura 4 apresenta as Normas da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, aplicáveis aos resíduos gerados no beneficiamento de rochas ornamentais.

IDENTIFICAÇÃO	CONTEÚDO
RESOLUÇÕES CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente	
Resolução CONAMA nº. 1, de 23/01/1986	Critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental
Resolução CONAMA nº. 10, de 14/12/1988	Regulamento das Áreas de Proteção Ambiental - APA's
Resolução CONAMA nº. 9, de 06/12/1990	Normas específicas para o licenciamento ambiental de extração mineral, classes I, III, IV, V,VI,VII,VIII e IX
Resolução CONAMA nº. 10, de 06/12/1990	Normas específicas para o licenciamento ambiental de extração mineral, classe II
Resolução CONAMA nº. 237, de 19/12/1997	Revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental
Resolução CONAMA nº. 313, de 29/10/2002	Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais
LEGISLAÇÃO FEDERAL	
Lei nº. 227 de 28/02/1967	Código de mineração – alterado pela Lei 318/1967
Portaria nº. 518 de março de 2004	Padrões de Potabilidade (utilizada como parâmetro de monitoramento de água subterrânea em área de depósito irregular de resíduos por não haver legislação específica)
LEGISLAÇÃO ESTADUAL	
Lei nº. 4636/1992	Recirculação de água nas empresas de beneficiamento de rochas ornamentais
CONREMA (Conselho Regional de Meio Ambiente) IV nº. 007/2000	Soluções para o Controle Ambiental dos resíduos gerados pelas empresas de beneficiamento de rochas ornamentais
Instrução Normativa IEMA-ES (Instituto Estadual de Meio Ambiente) nº. 19 de 17/08/2005	Definição de procedimentos de licenciamento de atividades de beneficiamento de rochas ornamentais em relação às diretrizes técnicas para o gerenciamento dos efluentes líquidos e dos resíduos sólidos gerados

Figura 3 - Legislação pertinente ao resíduo

IDENTIFICAÇÃO	CONTEÚDO
NBR 13896/1977- Aterros de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação - Procedimento	Fixa condições mínimas exigíveis para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos não perigosos, de forma a proteger adequadamente as coleções hídricas superficiais e subterrâneas próximas, bem como os operadores destas instalações e populações vizinhas
NBR 11174/1989 - Armazenamento de resíduos classes II-não inertes e III-inertes - Procedimento	Fixa as condições exigíveis para obtenção das condições mínimas necessárias ao armazenamento de resíduos classes II-não inertes e III-inertes, de forma a proteger a saúde pública e o meio ambiente
NBR 13028/1993 - Elaboração e apresentação de projeto de barragens para disposição de rejeitos, contenção de sedimentos e reservação de água	Especifica os requisitos mínimos para elaboração e apresentação de projeto de barragens para disposição de rejeitos de beneficiamento, contenção de sedimentos e reservação de água, em mineração, visando atender às condições de segurança, operacionalidade, economicidade e desativação, minimizando os impactos ao meio ambiente
NBR 12988/1993 - Líquidos livres - Verificação em amostra de resíduos – Método de ensaio	Prescreve método para a verificação da presença de líquidos livres numa amostra representativa de resíduos
NBR 13030/1999 - Elaboração e apresentação de projeto de reabilitação de áreas degradadas pela mineração	Fixa diretrizes para elaboração e apresentação de projeto de reabilitação de áreas degradadas pelas atividades de mineração, visando a obtenção de subsídios técnicos que possibilitem a manutenção e/ou melhoria da qualidade ambiental, independente da fase de instalação do projeto
NBR 13221/2000	Transporte terrestre de resíduos
NBR 10004/2004	Resíduos sólidos – Classificação
NBR 10005/2004	Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos
NBR 10006/2004	Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos
NBR 10007/2004	Amostragem de resíduos sólidos

Figura 4 - Normas pertinentes ao resíduo

De acordo com a Instrução Normativa nº 19 de 17/08/2005 do IEMA – Instituto Estadual de Meio Ambiente, a empresa geradora é responsável pela segregação dos resíduos sólidos visando o seu reaproveitamento, não sendo permitida a deposição dos resíduos sólidos no solo sem os devidos controles de prevenção à degradação e à poluição do solo, hídrica e atmosférica.

A alternativa de se efetivar o uso em si ou o co-processamento do resíduo traz a vantagem de fazer cessar a responsabilidade das empresas diretamente sobre eles, uma vez que, na prática, deixam de existir. Isto não ocorre quando os materiais são levados para os aterros industriais, situação em que a co-responsabilidade se perpetua (MELLO et al., 2006). Destaca-se ainda que, os aterros industriais para onde se destinam os resíduos não reciclados devem estar licenciados para este fim junto ao órgão ambiental competente.

4.4 Pesquisa de campo

Foram analisadas as produções de três empresas localizadas no estado do Espírito Santo, denominadas neste trabalho por empresa “A”, empresa “B” e empresa “C”. Os dados obtidos consideram a capacidade total de produção das três beneficiadoras durante um mês, ressaltando-se que as empresas visitadas beneficiam granito e se dedicam, principalmente, ao mercado externo.

O quadro da Figura 5 apresenta as principais características verificadas na análise *in loco* em cada empresa.

CARACTERÍSTICAS		EMPRESA “A”	EMPRESA “B”	EMPRESA “C”
1	Tipo de Tear	Fios diamantados	Lâminas metálicas	Lâminas metálicas
2	Tempo de corte /bloco(h)	8 a 10	60	60 a 72
3	Dimensões do bloco(m)	3x1,8x1,8 (em forma de paralelepípedo)	3x1,8x1,8 (em forma de paralelepípedo)	“G2”: 2,4x3,0x1,9 “G1”: 1,70x3,0x1,9 “Intera”: 1,0x3,0x1,9
4	Produção mensal (m ³)	500	155,52	1800
5	Resíduo mensal (m ³)	150	51,84	600
6	Produto final	Chapas de granito polidas	Chapas de granito polidas	Chapas de granito polidas
7	Relação resíduo x produção (%)	30	33,3	30
8	Tratamento do resíduo	Decantação em silo Uso de filtro prensa	Nenhum	Decantação em silo Uso de filtro prensa
9	Armazenagem na empresa	No próprio solo	No próprio solo	Piso cimentado sob filtro prensa
10	Período de armazenagem no pátio	Mensal	Semestral	Diário
11	Aproveitamento do resíduo (%)	90	0	0
12	Destinação do resíduo	Fabricação de louças cerâmicas	Aterro industrial	Aterro industrial

Figura 5 - Características das empresas visitadas

A empresa “A”: possui dois teares com fios diamantados, que substituíram os teares convencionais existentes há cerca de 2 anos. Nessa empresa, o resíduo gerado é encaminhado através de canaletas sob o piso até o silo de decantação e ao filtro prensa que serve para diminuir o grau de umidade do resíduo. O mesmo é transportado até o local de deposição e de lá segue para reciclagem em indústria de louças cerâmicas sanitárias no município próximo. Segundo as informações obtidas, a empresa considera que 30% do volume do bloco de rocha se transforma em resíduo, sendo que 90% dele é reciclado. Quanto aos 10% restantes do resíduo gerado, esses ficam depositados no solo em camadas na forma de aterro.

A empresa “B”: possui dois teares com lâminas metálicas. A produção da empresa é a serragem de 8 blocos de rocha ao mês. Segundo as informações obtidas, a empresa considera que um terço do volume do bloco de rocha se transforma em resíduo. Na empresa não existe silo de decantação e nem filtro prensa para diminuição de umidade do resíduo, que é depositado diretamente no solo no pátio da empresa e ocupa uma área de dimensões aproximadas de 10 m x 38m e com profundidade média de 4m e fica ali durante cerca de 6 meses, sendo então feito o descarte de cerca de 1080 toneladas de resíduo úmido, que é transportado para o aterro industrial no mesmo município. A empresa está construindo tanques de decantação em concreto armado e alega estar esperando posicionamento do Órgão Ambiental responsável pela análise ambiental dos projetos de tratamento do resíduo para finalizar as obras. A empresa está em contato com uma indústria de ladrilhos cerâmicos para viabilizar o reaproveitamento do resíduo na fabricação de produtos cerâmicos.

A empresa “C”: possui seis teares com lâminas metálicas, sendo que cada tear tem capacidade de serrar 3 blocos de granito simultaneamente de acordo com o arranjo estabelecido de dimensões e dureza dos blocos a serem cortados. Considerando a logística empregada para o aproveitamento máximo dos teares, a produção mensal é de 180 blocos serrados gerando cerca de 1800m³ de chapas. Quanto ao resíduo, a empresa gera cerca de 5 m³ a cada 6 horas de produção, correspondendo a 20m³ diários e 600m³ no mês. A empresa possui silo de decantação e filtro prensa para diminuição de umidade do resíduo, que é depositado sob o filtro prensa e colocado em caminhões com capacidade de 5m³, que fazem o transporte imediato para o aterro industrial no mesmo município. A empresa realiza o tratamento e recirculação da água. A empresa demonstrou interesse na reciclagem do resíduo.

A partir dos resultados obtidos nas empresas visitadas pôde-se verificar que o valor apontado na literatura sobre o volume de resíduo gerado no corte dos blocos de granito de 30% coincide com os valores encontrados nas empresas beneficiadoras, porém, tais dados poderiam ser refinados a partir de um estudo mais amplo com análise estatística dos dados. Destaca-se que o valor encontrado de 30% é alto, representando a necessidade de ocupação de uma grande área para disposição final se o resíduo não for aproveitado na reciclagem.

Observa-se também que o resíduo na empresa “B” é depositado em lagoa de sedimentação que não atende a Legislação Ambiental, podendo haver, neste caso, contaminação do solo e do lençol freático.

A empresa “C” gera um volume expressivo de resíduo em virtude de sua capacidade de produção, sendo que o mesmo não é aproveitado na forma de reciclagem, necessitando diariamente de cerca de quatro viagens de caminhão com capacidade 5m³ para transporte do resíduo ao aterro industrial.

Já a empresa “A” destina cerca de 90% do resíduo gerado para a indústria de produção de louças sanitárias, ficando então dispostos no solo apenas os 10% restantes não aproveitados, que permanecem no aterro pertencente à própria empresa, o qual não foi visitado devido às más condições de acesso; não sendo divulgada pela empresa a legalidade do aterro usado perante o Órgão Ambiental responsável.

COMENTÁRIOS FINAIS

Pode-se concluir que a reciclagem do resíduo do beneficiamento de rochas ornamentais contribui para a diminuição do impacto ambiental causado pelo setor e faz diminuir a necessidade de áreas destinadas a grandes aterros industriais, podendo o resíduo entrar na confecção de produtos substituindo matérias-primas que podem ser, muitas vezes, não renováveis. Dessa forma, considerando ser a indústria de beneficiamento de rochas ornamentais geradora de um produto de grande importância no contexto econômico, social e ambiental do Brasil e do Espírito Santo, percebe-se a urgência na adoção de programas e políticas de incentivo à prática da reciclagem. É urgente a necessidade de tornar realidade os importantes resultados oriundos do esforço científico, que encontram-se disponíveis nas bibliotecas acadêmicas das universidades e institutos de pesquisa, e que indicam várias possibilidades de uso e reciclagem desses resíduos. Dessa forma, a indústria de rochas ornamentais poderá almejar a continuidade de seu crescimento baseado nos conceitos de sustentabilidade e inserido num ciclo ecológico econômico coerente com os novos tempos.

7 REFERÊNCIAS

ABIROCHAS (Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais). **O setor de rochas ornamentais e de revestimento**. Informe 005/2006. São Paulo. 2006. Disponível em; <<http://www.abirochas.com.br>>. Acesso em: 27 set. 2006.

CHIODI FILHO, Cid; RODRIGUES Eleno de Paula; ARTUR, Antonio Carlos. **Panorama técnico-econômico do setor de rochas ornamentais no Brasil**. UNESP, São Paulo, v.23 n 1/2, p.5-20, 2004.

FREIRE, Alexandre Sayeg; MOTTA, José Francisco M. Potencialidades para o aproveitamento econômico do rejeito da serragem do granito. **Revista Rochas de Qualidade**. São Paulo. Ano XXV. Edição 123, p.98-108, julh/ago. 1995

GOMES, Paulo César Correia; LAMEIRAS, Rodrigo de Melo; ROCHA, Sergio Renato Ávila Glasherster da. **Obtenção de materiais à base de cimento com resíduo do estado de Alagoas: um**

caminho para o desenvolvimento sustentável da construção. Relatório Final - FAPEAL. Alagoas. 2004.

GONÇALVES, Jardel Pereira. **Utilização do resíduo de corte de granito (RCG) como adição para produção de concretos.** 2000. 120f. Dissertação (Mestrado Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. . Porto Alegre. 2000.

JOHN, Vanderly M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: Contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento.** 2000. 113f. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo. 2000.

LISBÔA, Edvaldo Monteiro. **Obtenção do concreto auto adensável utilizando resíduo do beneficiamento do mármore e granito e estudo de propriedades mecânicas.** 2004. 121 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Alagoas., Maceió, 2004.

MAIA, Margareth Peixoto; LACERDA, Emmanuel de Souza. **Tecnologias Limpas e competitividade: desafios da indústria baiana de rochas ornamentais.** 2000. 40 f. Monografia (Curso de Especialização em gerenciamento e tecnologias ambientais na indústria) – Escola Politécnica Bahia,2000. Disponível em: <[www.http://intranet/monografias/tecnologias/completa.htm](http://www.intranet/monografias/tecnologias/completa.htm)> 13/07/0. Acesso em: 9 de fevereiro de 2007.

MELLO, Ivan Sergio de Cavalcanti et al. Aproveitamento dos resíduos sólidos (finos) das serrarias de rochas ornamentais e para revestimento. **Revista Rochas de Qualidade.** São Paulo. Edição 187, p.144-153, mar/abril. 2006.

MOURA, Washington A.; GONÇALVES, Jardel P., LEITE, Roneison da Silva. **Utilização do resíduo de corte de mármore e granito em argamassas de revestimento e confecção de lajotas para piso.** Sitientibus, Feira de Santana, n.26, p.49-61, jan./jun. 2002.

MOURA, Washington A.; LIMA, Mônica B. Leite; CALMON, João Luiz Nogueira da Gama; MORATTI, Markus, SOUZA, Fernando Lordêllo dos Santos. **Produção de pisos intertravados com utilização de resíduo de serragem de rochas ornamentais.** Santa Catarina. XI ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído. 2006.

NUNES, R.L.S.; FERREIRA, H.S.; NEVES, G.A.; FERREIRA, H.C. **Reciclagem de resíduos de granito para uso na indústria de revestimentos cerâmicos.** In: 46º CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA. São Paulo. 2002.

SILVA, Sérgio Augusto das Chagas. **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.** 1998. 159 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Mestrado em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 1998.

SINDIROCHAS (Sindicato das Indústrias de Rochas Ornamentais, Cal e Calcários do Estado do Espírito Santo). Espírito Santo. 2007. Disponível em:<<http://www.sindirochas.com.br/>>. Acesso em: 19 de janeiro de 2007.