

ESTUDO DA FERRAMENTA ACV VOLTADO PARA O SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS



Lorena Garcia Santos

Aluna de Graduação de Eng^a. Química, 7^o período, FAACZ
Período PIBIC/CETEM : agosto de 2010 a julho de 2011,
lorena_garcia02@hotmail.com

Mônica Castoldi Borlini

Orientadora, Eng. Química, D.Sc.
mborlini@cetem.gov.br

1. INTRODUÇÃO

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) apresenta-se como uma potente ferramenta que pode auxiliar na credibilidade do conceito das necessidades por meio de ações econômicas e ambientais adequadas, conscientizando a sociedade e as indústrias e estimulando o desenvolvimento sustentável (ABNT, 2009). Sendo assim, está sendo executado o projeto pioneiro Inventário do Ciclo de Vida de Rochas Ornamentais (ICV-Rochas), que coletará dados de entradas e saídas de materiais e energia dos processos de extração e beneficiamento de rochas, visando à sustentabilidade e mitigação do impacto ambiental, sendo o presente estudo parte integrante do projeto. Com os dados do ICV o consumo energético pode ser reduzido, pode-se melhorar o processamento de produtos, o gerenciamento de resíduos e dar subsídios para a obtenção de Rotulagem Ambiental visando o comércio internacional. Por fim, realizar-se-á a caracterização dos resíduos a fim de determinar uma alternativa para aplicação.

2. OBJETIVO

O objetivo desse trabalho foi apresentar um estudo sobre a ferramenta ACV e como essa ferramenta pode auxiliar na cadeia produtiva de rochas ornamentais. Além disso, também foi realizada a caracterização de resíduos do beneficiamento primário de rochas ornamentais visando o estudo de expansibilidade da escória de aciaria LD ajustada com resíduo de granito para fabricação de cimento.

3. AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA

O incremento e desenvolvimento do processo tecnológico e de produção, fez com que fosse atribuída uma grande importância às questões ambientais, promovendo assim, a necessidade de aprimoramento de abordagens e ferramentas de gestão que possibilitassem avaliar as consequências ambientais provenientes das decisões relacionadas aos produtos e processos (CCP, 2008).

Tal necessidade revelou-se como uma tarefa de extrema complexidade, sobretudo, devido à exigência de critérios comuns de comparação (IBICT, 2010). Assim sendo, foi criada a ferramenta de avaliação do ciclo de vida de produtos e serviços, um método que avalia e considera todas as fases do produto e/ou serviço em questão, estabelecendo vínculos entre os aspectos de impacto potencial (ABNT, 2009).

A ACV (Avaliação do Ciclo de Vida) é uma ferramenta técnica que pode auxiliar o gerenciamento e a tomada de decisão na avaliação dos aspectos ambientais e nos impactos potenciais associados a um produto, englobando as etapas que vão desde a retirada das matérias-primas da natureza, que são inseridas no sistema produtivo (berço) até a disposição do produto final (túmulo), incluindo produção, uso, pós-uso e reciclagem (ABNT, 2009). Uma ACV de um produto ou serviço consiste na definição do seu objetivo e escopo, na realização de um levantamento de dados (inventário) de todas as entradas (energia, materiais) e saídas (produtos, subprodutos, emissões) durante todo ciclo de vida, bem como a identificação dos impactos ambientais e potenciais ao longo desse ciclo e a interpretação dos resultados em estudo (IBICT,

2010). Além disso, essa ferramenta se mostra capaz de subsidiar o nível de informação dos tomadores de decisão, pleiteando, por exemplo, um planejamento estratégico.

4. SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS

O setor de rochas ornamentais é um importante segmento econômico do país. A produção brasileira de rochas ornamentais atingiu 8,9 milhões de toneladas em 2010 (CHIODI FILHO, 2011). Também é grande a quantidade de resíduos gerados, nas etapas de extração e beneficiamento, o que é preocupante do ponto de vista ambiental.

As etapas da cadeia produtiva do setor de rochas ornamentais são a extração, o beneficiamento primário e o beneficiamento final. A extração trata-se de uma fase mineral em que ocorre a retirada da matéria-prima dos maciços rochosos e o produto final são blocos de rochas. Os blocos são transportados até as empresas de beneficiamento. A segunda fase, denominada beneficiamento primário ou serragem, é o momento onde o bloco é serrado em chapas, fase esta que representa a primeira etapa do processo de beneficiamento. No beneficiamento final, normalmente, as chapas são resinadas e polidas.

Do beneficiamento final, por sua vez, provém diversos produtos a serem consumidos pelo setor de aplicação de rochas ornamentais nas suas diversas modalidades, como por exemplo, os processos de marmoraria, produção automática de ladrilhos, fabricação de objetos de arte e adorno, arte funerária e produtos rústicos para urbanização (FILHO, 2005).

A indústria das rochas ornamentais gera uma enorme quantidade de efluentes, especialmente no estado do Espírito Santo, onde esse tipo de atividade é intensa. Os rejeitos provenientes dessas indústrias, principalmente os resíduos de granito, em sua maioria são descartados em lagoas de decantação ou aterros (FILHO et al., 2005).

5. ICV-ROCHAS

O ICV-Rochas é um projeto pioneiro, que está sendo executado pelo CETEM, cujo objetivo é realizar um estudo piloto de Inventário do Ciclo de Vida (ICV) de Rochas Ornamentais, com coleta de dados desde a etapa de extração até o beneficiamento das rochas, que saem das fábricas no formato de chapas polidas. Além do inventário, no projeto também consta a caracterização do resíduo de rochas ornamentais para possíveis aplicações.

O projeto está sendo conduzido baseado em uma estrutura sistematizada, portadora de dados fundamentais para a realização de estudos de impactos ambientais. Essa estrutura em questão é a Metodologia Padrão Brasileira para Elaboração de Inventários do Ciclo de Vida, cujo objetivo é suportar o inventário do ciclo de vida dos materiais, produtos e processos produtivos mais relevantes para a sociedade brasileira (INMETRO, 2010).

O inventário será realizado nas empresas de extração e beneficiamento de rochas ornamentais no estado do Espírito Santo, onde serão levantados todos os dados de entradas e saídas dos processos. Essas serão examinadas em termos de massa e energia e os dados coletados pelo projeto ICV-Rochas serão conduzidos até o Banco de Dados Brasileiro de Inventários de Ciclo de Vida, que por sua vez é regido pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia.

6. RESÍDUOS DE ROCHAS ORNAMENTAIS

Visando o aproveitamento dos resíduos de rochas ornamentais, várias pesquisas têm sido realizadas e alguns dos produtos pesquisados têm esses resíduos adicionados em sua composição. Entre esses produtos na área da construção civil estão: cerâmica vermelha e de revestimento, argamassa de revestimento, lajota para piso (MOURA et. al., 2002) e concreto (ALVES, 2008). Além disso, os resíduos provenientes do beneficiamento de granito podem ser utilizados como material de enchimento em concretos asfálticos usinados a quente, na forma de filer, uma mistura de cimento Portland, cal e resíduo de serragem do granito (SOUZA, 2003).

Uma nova alternativa para os resíduos de rochas ornamentais é a sua utilização no ajuste da composição química e da basicidade da escória de aciaria LD, que substituirá o clínquer Portland na fabricação de cimento. Em se tratando de aplicabilidade, a limitação da escória de aciaria em materiais de construção resulta da expansividade do óxido de cálcio (CaO) livre e do óxido de magnésio (MgO) não-reagido, bem como do polimorfismo do silicato dicálcico e da oxidação e corrosão do ferro metálico (INTORNE et al., 2006), que será corrigido pela adição dos resíduos de granito. Para isso, o resíduo de granito foi caracterizado quanto à sua composição química, por fluorescência de raios-X (FRX), misturado à escória de aciaria LD para ajuste de sua composição, a mistura foi fundida e enviada para realização dos testes de expansibilidade.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em se tratando da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), não havia no Brasil estudos relacionados ao tema sobre a extração e beneficiamento de rochas ornamentais. Assim sendo, o Projeto ICV Rochas demonstra o pioneirismo nesse setor, e se apresenta como uma importante ferramenta no que diz respeito à sustentabilidade e possibilidades de gerar melhorias tecnológicas, energéticas e ambientais.

O projeto, entretanto, tem encontrado desafios em adequação de questionários para levantamento de dados, de acordo com a Metodologia Padrão de Inventários, devido às particularidades do setor de rochas ornamentais. De modo geral, a ACV tem como resultado esperado planejar estratégias ambientais e econômicas de desenvolvimento, desenvolver o design de produto e de processo e identificar as oportunidades de melhoramento das questões ambientais.

O ICV para Rochas Ornamentais também poderá gerar resultados para estimular a evolução de uma política de desenvolvimento industrial sustentável, melhorar o desempenho ambiental do processo e dos produtos, promover informações sobre os produtos instruindo a comunidade, analisar os processos específicos para obter aprovação de alguma ação planejada, quantificar emissões ambientais para o ar, água e solo, avaliar os efeitos dos consumos de materiais e das emissões sobre o meio ambiente e sobre o homem e promover o desenvolvimento de produtos e a transformação de resíduos em subprodutos.

A composição química do resíduo proveniente da serragem de granito por multifios é mostrada na Tabela 1. Pode-se verificar alto teor de sílica (SiO₂), correspondendo a 75,25%, e baixa concentração de óxido de cálcio (CaO), aproximadamente 0,18%, no resíduo. A escória de aciaria possui alto teor de CaO e baixo teor de SiO₂. Assim sendo, o resíduo de granito foi utilizado para ajustar a composição química da escória de aciaria. Testes de expansibilidade da escória de aciaria ajustada com o resíduo estão sendo realizados.

Tabela 1: Composição química do resíduo de granito (% em peso)

Composição (% em peso)											
PF	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	Rb ₂ O
0,97	2,95	0,43	15,13	75,25	0,58	2,07	0,18	0,09	0,12	2,16	0,04

PF= Perda ao fogo

A utilização dos resíduos de granito para ajustar a composição química da escória de aciaria é uma nova alternativa para o aproveitamento de ambos os resíduos. O desenvolvimento do ICV-Rochas junto com a caracterização e aplicação de resíduos contribuirá para a mitigação do impacto ambiental e sustentabilidade do setor de rochas ornamentais.

8. AGRADECIMENTOS

Agradeço à orientadora Mônica Borlini pela dedicação, ao José Roberto de Oliveira pela colaboração, ao CETEM e ao IFES pelos equipamentos utilizados, ao CNPq pela bolsa concedida, aos meus pais e ao Estevão pelo incentivo.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M. S. **Estudo das Características e da Viabilidade do Uso de Resíduos Gerados no Polimento de Rochas Graníticas como Adição em Concretos**. 2008. Dissertação (Pós-Graduação em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte (Brasil).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14040: Gestão Ambiental-Avaliação do Ciclo de Vida - Princípios e Estrutura**. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

CENTER FOR CLEAN PRODUCTS - CCP - University of Tennessee. **Limestone Quarrying and Processing: A Life-Cycle Inventory**, 2008.

CHIODI FILHO, C. **Síntese das Exportações e Importações Brasileiras de Rochas Ornamentais e de Revestimento em 2010**. São Paulo: ABIROCHAS, 2011. 38p. (Informe 01/2011).

FILHO, J. R. L. Tecnologias modernas de lavra de rochas ornamentais, p.263, 2005.

FILHO, H. F. M.; POLIVANOV, H.; MOTHÉ, C. G. Reciclagem dos Resíduos Sólidos de Rochas Ornamentais, In: ANUÁRIO DO INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS- Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: 2005. p.139-151. v. 28-2.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL - INMETRO - Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br>>. Acesso em: 28 jun. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA - IBICT - Disponível em: <www.ibict.br>. Acesso em: 30 de mar. 2010.

INTORNE, S. C.; DIAS, D. P.; SANTOS JR, E. L.; MONTEIRO, S.N.; VIEIRA, C. M. F. **Caracterização de Escória de Aciaria e Efeito da sua Granulometria nas Propriedades de uma Cerâmica Argilosa**. 2006. Universidade Estadual do Norte Fluminense. Campos dos Goytacazes (Brasil).

MOURA, W. A.; GONÇALVES, J. P.; LEITE, R. S. Utilização do Resíduo de Corte de Mármore e Granito em Argamassas de Revestimento e Confecção de Lajotas para Pisos, **Sitientibus**, n 26, pp. 49-61, 2002.

SOUZA, J. N; RODRIGUES, J. K. G; NETO, P. N. S. **Utilização do Resíduo Proveniente da Serragem de Rochas Graníticas como Material de Enchimento em Concretos Asfálticos Usinados a Quente**, 2003.