

LEVANTAMENTO DE DADOS DA PRODUÇÃO DE ROCHAS ORNAMENTAIS PARA O ESTUDO DE INVENTÁRIO DO CICLO DE VIDA

Daniel Pimentel Tavares

Aluno de Graduação de Engenharia de Minas, 6º período, IFES
Período PIBIC/CETEM : agosto de 2011 a julho de 2012,
danielpimenteltavares@gmail.com

Mônica Castoldi Borlini Gadioli

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

1. INTRODUÇÃO

O pensamento sustentável em relação a produtos e serviços tem crescido conforme o passar dos anos. Há décadas as instituições e empresas buscam soluções mais sustentáveis que possam auxiliar ou modificar a maneira de se processar determinado produto ou realizar um serviço. A Avaliação do Ciclo de Vida – ACV é uma técnica que identifica os aspectos ambientais a serem melhorados e os impactos ambientais potenciais inerentes ao ciclo de vida de um produto, desde a aquisição de matéria-prima (berço) até sua disposição final (túmulo) (ABNT, 2009). Está sendo realizado, pelo CETEM e parceiros, o projeto de inventário de ciclo de vida de rochas ornamentais, em que o presente trabalho é parte integrante, abrangendo as etapas da extração ao beneficiamento, na saída de fábrica. As informações geradas servirão para melhorar os processos produtivos e a competitividade de produtos do ponto de vista ambiental.

2. OBJETIVO

O objetivo desse trabalho foi fazer o levantamento de dados de entradas e saídas de materiais e energia dos processos da cadeia produtiva de rochas ornamentais até a saída de fábrica.

3. METODOLOGIA

Foi feita revisão bibliográfica sobre o setor de rochas ornamentais e sobre a metodologia de ACV. Além disso, foi realizada a caracterização de empresas quanto ao seu nível tecnológico e informações de operação e a compilação e quantificação de entradas e saídas dos sistemas de produtos estudados nesse trabalho ao longo do seu ciclo de vida, dentro das fronteiras desse estudo (Figura 1). O estudo foi realizado de acordo com a Metodologia Padrão para Elaboração de Inventário de Ciclo de Vida (ICV) (IBICT, 2009).

3.1 Avaliação do Ciclo de Vida

A Avaliação do Ciclo de Vida é uma ferramenta de gestão ambiental que pode auxiliar na identificação de oportunidades para melhorar os aspectos ambientais de produtos em vários pontos de seu ciclo de vida, além de auxiliar na tomada de decisões por meio de indicadores de desempenho ambiental (SUPPEN *et al.*, 2005). De acordo com a norma NBR ISO 14044 (ABNT, 2009) o estudo de ACV compreende quatro fases: definição de objetivo e escopo, análise de inventário, avaliação dos impactos e interpretação. O escopo, incluindo as fronteiras a serem estabelecidas e o rigor de detalhes, depende do objeto do estudo e da utilização deste, sendo que a profundidade e abrangência da ACV podem sofrer mudanças consideráveis de acordo com o objetivo a ser alcançado para o estudo (ABNT, 2009). Foi realizado na Grécia um estudo de ACV de rochas ornamentais, considerando mármore e granitos (TAXIARCHOU & KOSTOPOLOU, 2007) e o resultado obtido de consumo de água na extração variou de 30 a 200 l/t de rocha e o consumo no beneficiamento foi de 1.800 a 12.000 l/t, dependendo da tecnologia utilizada. As principais categorias de impacto identificadas foram os efeitos respiratórios, acidificação, mudança climática e combustíveis fósseis. Estudo de inventário do ciclo de vida (ICV) de granito, do *Natural Stone Council*, realizado pela Universidade do

Tennessee (2009) considerou a coleta de dados em aproximadamente quinze pedreiras e unidades de beneficiamento dos Estados Unidos, de maneira a tentar avaliar e melhorar o perfil ambiental do setor de rochas. As fronteiras do estudo incluíram a extração e o beneficiamento, sendo que as emissões para a água e ar em ambos sistemas produtivos não foram consideradas no escopo do estudo. Para a produção de 1 (uma) tonelada de bloco de granito foram necessários, em média, 1.163MJ de energia e 36.638 litros de água.

3.2 Inventário do Ciclo de Vida de Rochas Ornamentais

O projeto intitulado Melhorias Tecnológicas, Ambientais e Energéticas da Produção de Rochas Ornamentais por meio da Avaliação do Ciclo de Vida do Produto – ICV-Rochas, um estudo piloto de inventário de ciclo de vida de rochas ornamentais, executado pelo Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) e parceiros, segue a Metodologia Padrão para Elaboração de Inventários do Ciclo de Vida da Indústria Brasileira, cujo formato é harmonizado com os critérios de qualidade de inventários da União Européia (IBICT, 2009). O ICV tem como objetivo o abastecimento do banco de dados brasileiro, além de contribuir para a validação da metodologia brasileira de inventários.

O Brasil encontra-se entre os principais produtores e exportadores de rochas ornamentais e de revestimento, totalizando, aproximadamente, 9 milhões de toneladas produzidas e 2,2 exportadas em 2011, movimentando cerca de US\$ 1 bilhão só com exportações (CHIODI FILHO, 2012). Dentre os estados produtores de rochas ornamentais, o Espírito Santo é pioneiro e o de maior representatividade setorial, correspondendo a cerca de 56% do volume físico produzido no país, além de possuir o maior parque de beneficiamento de rochas da América Latina (CHIODI FILHO, 2009). As etapas da cadeia produtiva são, em síntese, a extração de bloco do maciço rochoso (matéria-prima), seu transporte até as unidades de beneficiamento, o corte dos blocos em espessuras padronizadas (geralmente 1,5 – 2 – 3 cm) e o acabamento superficial das mesmas, sendo possível uma etapa posterior de acabamento para fabricação de outras peças.

Seguindo as recomendações da norma NBR 14044, este estudo está dividido em dois sistemas de produto, extração e beneficiamento (este subdividido em serragem e polimento). O principal objeto de estudo é o beneficiamento de rochas ornamentais (sistema de produto principal) e o produto a chapa polida de tamanho padrão (2,9 m x 1,9 m x 0,02-0,03 m). A função é fornecer 5,5 m² de chapa polida (uma chapa) para a fabricação de diversos produtos (ladrilhos, tampos, pias, etc) e a unidade funcional 1 m² de chapa polida. A extração foi considerada como sistema de produto auxiliar, já que o bloco de rocha é matéria prima para obtenção das chapas. A Figura 1 ilustra as fronteiras do sistema de produto principal, o beneficiamento de rochas ornamentais.

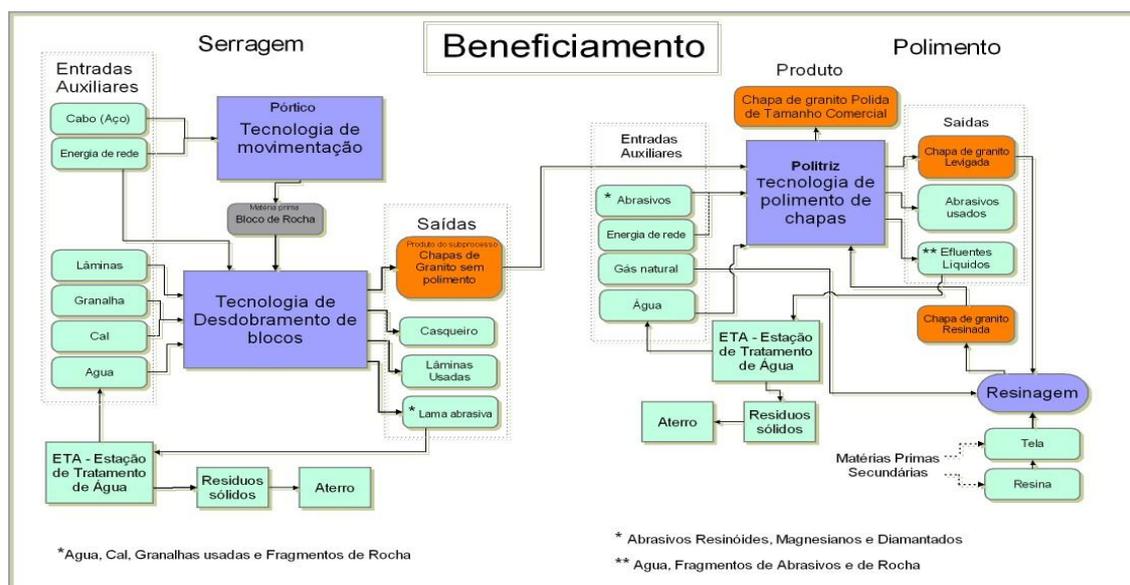


Figura 1. Fronteiras do sistema de produto do beneficiamento de rochas ornamentais.

3.3 Coleta de Dados

O levantamento de dados está sendo realizado em empresas de representatividade do setor de rochas ornamentais do Espírito Santo, desde a extração de blocos até sua produção em chapas polidas, na saída da fábrica. Além disso, foi realizada a caracterização de empresas quanto ao seu nível tecnológico e informações de operação e a compilação e quantificação de entradas e saídas dos sistemas de produtos estudados nesse trabalho ao longo do seu ciclo de vida, dentro das fronteiras desse estudo (Figura 1). O estudo foi realizado de acordo com a Metodologia Padrão para Elaboração de ICV (IBICT, 2009).

O levantamento de dados foi realizado em campo, em empresas de extração e beneficiamento (serragem e polimento) de rochas ornamentais, durante meses, sendo grande parte do trabalho realizado na etapa de beneficiamento. Os dados coletados são referentes a consumo de recursos naturais, produção na extração e beneficiamento, entradas de massa e energia necessárias para essa produção e saídas resultantes desses processos, dentre essas, os resíduos gerados. Os dados coletados (dados primários) foram do período de 2010 a 2011.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esse trabalho consta de dados coletados em empresas de representatividade do setor de rochas ornamentais no estado do Espírito Santo. Paralelo ao levantamento de dados, estes foram organizados, analisados, tratados e inseridos em um questionário previamente adaptado para o setor de rochas ornamentais. O questionário foi construído de acordo com o modelo proposto pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia-IBICT, baseado na Metodologia Padrão para Elaboração de ICV.

As informações dos equipamentos (modelo, fabricante, capacidade, potência, quantidade, etc.) foram obtidas nos mesmos ou junto aos próprios fabricantes. Os dados de produção por serrada de bloco foram retirados de planilhas de produção da empresa, com informações dos materiais utilizados na serragem. Para quantificar os dados do polimento, a empresa forneceu arquivos eletrônicos de controle, com dados da produção de chapas polidas e levigadas, abrangendo a quantidade dos insumos utilizados para cada metro quadrado de chapa polida. Os dados de energia elétrica para o beneficiamento foram obtidos por meio de contas de energia elétrica e a água utilizada, proveniente de poços e lagoas, não tinha controle algum, se configurando como uma dificuldade considerável para quantificação, porém considerada para se fazer o fluxograma do processo. A empresa não dispunha de dados da quantidade de embalagens (plástico, papelão e madeira) gerada na extração e beneficiamento, então as embalagens foram coletadas e pesadas no CETEM. Também não tinha o controle da quantidade gerada de resíduos de abrasivos resinóides e magnesianos, e o procedimento realizado foi o mesmo. A relação dos dados de entradas e saídas levantados na extração e beneficiamento pode ser visualizada na Tabela 1.

Tabela 1. Dados levantados para Extração e Beneficiamento de rochas ornamentais.

DADOS LEVANTADOS			
	Extração	Serragem	Polimento
Entradas		Granalha (kg)	Resina (kg)
		Lâmina (kg)	Catalisador (kg)
		Cal (kg)	Tela (kg)
		Bentonita (kg)	Energia Elétrica (kW/h)
		Energia Elétrica (kW/h)	
		Graxa (kg)	
Saídas	Plástico (kg)	Papelão (kg)	Resíduos (kg)
	Papelão (kg)	Plástico (kg)	Papelão (kg)
	Madeira (kg)		Plástico (kg)

As dificuldades encontradas neste estudo foram na adequação do questionário às particularidades das empresas e do setor e no levantamento de dados, já que não havia o

controle adequado para todos os insumos e equipamentos das empresas, em particular, a água, se configurando em muitas idas às empresas, demandando muito tempo. O trabalho encontra-se na fase de interpretação dos dados coletados, não sendo possível, ainda, a divulgação de dados numéricos. Esta fase de interpretação se configura como uma das mais importantes e difíceis, pois a partir dela é possível inferir onde, e como, melhorias podem ser implantadas. Quanto à água utilizada nos processos, foi sugerido às empresas a instalação de medidores de água, que após sua instalação, será feita a quantificação dessa água num período mínimo de tempo previamente estipulado.

Um resultado inicial importante desse trabalho é que unidades de pedreiras e beneficiamento começaram a controlar alguns insumos que não controlavam antes e pensamentos mais sustentáveis já podem ser observados nas empresas, onde melhorias de processos e melhor organização já são pensadas.

5. CONCLUSÃO

No âmbito da ACV, o projeto ICV-Rochas é pioneiro no setor brasileiro de Rochas Ornamentais, já que não há no país estudos que considerem a produção dessas rochas ornamentais de forma sistêmica, mensurando os aspectos ambientais. Uma conclusão preliminar é a dificuldade na obtenção de dados. Resultados já foram alcançados nesse trabalho, como a caracterização física das empresas, sugestão e prática no controle de alguns insumos de produção e quantificação de alguns resíduos gerados, além de apresentar às empresas pontos que podem ser melhor trabalhados, como o controle de água. Além disso, este estudo poderá contribuir para melhorias ambientais, econômicas e tecnológicas para o setor de rochas ornamentais brasileiras.

6. AGRADECIMENTOS

Agradeço à orientadora Mônica Borlini pela dedicação e tempo, à Núria Fernández pela colaboração, à Abiliane Pazeto e Carlos E. Ribeiro pelo apoio, à equipe do CETEM, ao CNPq pelo apoio (proc. nº555723/2009-7) e bolsa concedida, aos meus pais pelo incentivo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – requisitos e orientações**. 46 p. (Norma ABNT NBR ISO 14044). 2009.

CHIODI FILHO, C. **Balanço das Exportações e Importações Brasileiras de Rochas Ornamentais em 2008**. São Paulo: ABIROCHAS, 2009a. 23p. (Informe n. 03/2009).

CHIODI FILHO, C. **Balanço Sucinto das Exportações e Importações Brasileiras de Rochas Ornamentais em 2011**. São Paulo: ABIROCHAS, 2012. 19p. (Informe n. 01/2012).

IBICT (Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia). **Metodologia padrão para a elaboração de inventários de ciclo de vida da indústria brasileira**. Documento consolidado. Brasília: IBICT, 2009. 228 pp.

NATURAL STONE COUNCIL. **Granite Dimensional Stone Quarrying and Processing: A Life-Cycle Inventory**. Report. Center for Clean Products. University of Tennessee, 2009, 39p.

SUPPEN, N. et al. **Análisis del ciclo de vida y la sustentabilidad ambiental del sector edílico en Argentina**. In: Caldeira-Pires, A.; Souza-Paula, M. C.; Villas Bôas, R. C. (org.). *A Avaliação do Ciclo de Vida. A ISO 14040 na América Latina*. Brasília: ABIPTI, 2005. pp 27 - 39. ISBN: 8589263045.

TAXIARCHOU, M.; KOSTOPOLOU, I. **Life cycle analysis of dimension stones production**. In: 3rd International Conference on Sustainable Development Indicators in the Minerals Industry, 2007. Milos Island. P. 169-174. Grécia. 2007.