

### **III-001 – APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS PÉTREOS DE MARMORARIAS: UMA ABORDAGEM TEÓRICA**

**Adenísio Wiedemann<sup>(1)</sup>**

Técnico em Edificações pelo SENAI Blumenau/SC.

**Rodrigo Catafesta Francisco**

Engenheiro Civil. Mestrando no Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da FURB – Universidade Regional de Blumenau.

**Joel Dias da Silva**

Engenheiro Sanitarista. Doutor em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Professor do Departamento de Engenharia de Produção e Design e do Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da FURB – Universidade Regional de Blumenau. Instrutor Nível HV-01 do SENAI Blumenau.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Teresópolis, 236 Apto. 605 - CEP: 89030-110 – Blumenau - SC - Brasil - Tel: (47) 3035-3781. E-mail: [adenisiow@gmail.com](mailto:adenisiow@gmail.com)

#### **RESUMO**

Este trabalho teve como principal objetivo buscar subsídios para a utilização de resíduos pétreos e de marmorarias na fabricação de tijolos para a construção civil, substituindo grande parte da argila utilizada no processo, reduzindo os impactos ambientais no momento da extração da matéria-prima. Atualmente é bastante comum o lançamento destes resíduos a céu aberto sem nenhum tipo de manejo ou tratamento adequado, portanto, viu-se a importância de buscar uma forma de minimizar o destino desses resíduos que não fosse a céu aberto. Diante deste cenário, verificando-se a possibilidade de minimização dos impactos ambientais e uma contribuição à preservação do meio ambiente, procura-se pelo aproveitamento de materiais regionais ou ainda de residuais de alguns processos industriais, como os da fabricação de mármore e granitos, que reduzam a degradação do meio ambiente, sem que se comprometa a qualidade do produto final.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos Pétreos. Marmorarias. Aproveitamento.

#### **INTRODUÇÃO**

O tijolo é o componente mais antigo e o mais empregado na construção civil. Sua relevância na cultura construtiva se inicia com a produção de blocos de barro secos ao sol, conhecidos como adobe, e passam também a serem fabricados pelo processo de queima da argila em tijolos e blocos cerâmicos de diversos tipos.

O desenvolvimento da atividade ceramista tem se dado por meio de um processo produtivo bastante complexo e que envolve algumas fases, tais como: a extração da matéria prima (a argila e o barro vermelho), a mistura, moldagem, secagem, queima e o destino final (GRANDE, 2003).

No processo de produção de tijolos, exigem-se a extração de muitos recursos naturais, como é o caso das matérias-primas usadas como fontes energéticas para a queima da biomassa, e que implicam em mudanças nos padrões de uso do solo, recursos hídricos, alterações da cobertura vegetal e na composição atmosférica. Segundo o Balanço Energético Nacional de 2009 (MME, 2009), a lenha é apontada como sendo a mais utilizada pelas indústrias nas quais o carvão vegetal vem em segundo lugar no ranking.

Importante mencionar ainda que, existe uma grande preocupação relacionada com a extração de argila de áreas nativas, pois ocasiona um impacto de degradação dos solos. A retirada do solo, principalmente as camadas superior, retira os microrganismos existentes, expõe as camadas inferiores à radiação solar, compromete a retenção de água entre as partículas do solo, favorece a erosão do solo e compromete a estabilidade de áreas próximas resultando em dano a qualidade ambiental (KOPEZINSKI, 2000).

Ainda neste cenário, o setor da construção civil é o responsável pelo consumo de 40% dos recursos naturais, 34% do consumo de água, 55% do consumo de lenha não certificada, gerando 67% da massa total de resíduos

sólidos urbanos e 50% de volume total desses resíduos conforme Associação Nacional de Arquitetura Bioecológica (ANAB, 2009).

Em destaque o setor cerâmico corresponde às olarias, como elevadas emissões de gases na atmosfera oriunda da queima de seus produtos, sem falar na degradação ambiental em função do consumo de matérias primas que são extraídas da natureza como é o caso da argila. A degradação ambiental é ocasionada pelo consumo de recurso natural entre eles a argila que é extraída do solo sem reposição e a combustão de materiais como óleo diesel e consumo de lenha para o processo de cura do tijolo cerâmico.

Assim, a fabricação de tijolos comum requer grandes quantidades de energia, em função da queima de fontes energéticas como a madeira, mas também o custo dessa energia refletindo no custo total de produção (AGRAFIOTIS e TSOUTSOS, 2001).

Diante deste cenário, verificando-se a possibilidade de minimização dos impactos ambientais e uma contribuição à preservação do meio ambiente, procura-se pelo aproveitamento de materiais regionais ou ainda de residuais de alguns processos industriais, como os da fabricação de mármore e granitos, que reduzam a degradação do meio ambiente, sem que se comprometa a qualidade do produto final (CINCOTTO; AUPATEZ, 1988).

Com base no exposto, a solução proposta reside na aplicação de subprodutos oriundos da atividade de marmoraria como substitutos parciais e/ou totais da matéria-prima argila, na fabricação de tijolos.

Porém, nesse cenário, busca-se responder ao questionamento através de uma abordagem teórica: qual é a viabilidade técnica e ambiental da aplicação do resíduo de granito e mármore na fabricação de tijolos, levando-se em conta que, no seu processo de cura ao ar livre, não existe a necessidade de queima em fornos, reduzindo a emissão de gases poluentes na atmosfera e a extração de argila reduzida devido à substituição de parte dessa matéria-prima?

Deste modo, destacou-se como objetivo principal apresentar, através de abordagem teórico-prática, a viabilidade do aproveitamento de materiais residuais da fabricação de mármore e granitos, numa abordagem de minimização dos impactos ambientais, sem que se comprometa a qualidade do produto final.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Por se tratar de uma abordagem teórica, as informações utilizadas no trabalho foram conseguidas através de uma varredura em portais, periódicos e anais de eventos científicos disponíveis na internet. O critério de inclusão de informações foi a ocorrência de palavras-chave estabelecidas para o trabalho, a saber: resíduos pétreos, marmorarias, aproveitamento, impactos ambientais. Foram excluídos aqueles trabalhos cuja ocorrência de palavras-chave não contemplava o tema proposto.

## **RESULTADOS**

Percebeu-se que, as aplicações e formas de reaproveitamento, variam conforme o país, em função de características particulares como oferta de materiais de construção e resíduos, disponibilidade de locais para disposição e rigor das normas relativas a materiais utilizados na construção civil, segundo Queiroz (2005) citando Lima (1999). Ainda segundo o autor, os resíduos pétreos fazem parte do material que é descartado pelas marmorarias (Figura1), cuja destinação é a mesma dada aos resíduos de construção e demolição, muitas vezes feita de maneira desordenada, sendo lançados em córregos, à beira de estradas, em aterros sanitários, etc..

**Figura 1. Resíduos lançados a céu aberto**

Fonte: O próprio autor, 2014.

Com um planejamento adequado, evita-se o lançamento dos rejeitos de rochas ornamentais em locais inadequados, como geralmente se vê, quais sejam: encostas de morros, locais de dreno, etc. Tendo isso em vista, pode se iniciar os estudos para o aproveitamento de parte ou de todo o rejeito gerado, bem como um plano de recuperação das áreas degradadas após a extração e operações (CAMPOS, 2009).

Um exemplo quanto ao total aproveitamento dos resíduos gerados em pedreiras, para diversas aplicações nas indústrias, cita-se o caso das pedreiras de Porrinõ, na Galícia (Espanha), um aglomerado de mais de 30 empresas que exploram granitos (rosas e cinzas), desde 1928 e com uma vida estimada de mais de cem anos, em uma área de uns 4 km<sup>2</sup>. Os blocos irregulares ou de pequeno tamanho são aproveitados para a produção de ornamentos para jardins, praças públicas, varandas e os pedaços menores são britados no local (que conta com uma planta de britagem industrial) e aproveitados como brita e areia artificial para construção. Em 2003, de acordo com o IGME (2006) citado por Campos (2009) foram produzidos 150.000 m<sup>3</sup> em blocos.

No Brasil é cada vez mais frequente ver plantas de britagem para aproveitamento dos resíduos. Cresce também a utilização de blocos menores para trabalhos de cantaria e construção (meios-fios, paralelepípedos e outros) e implantação de projetos de artesanato mineral, com o objetivo de gerar emprego e renda para as comunidades próximas. A gestão de resíduos gerados no beneficiamento de rochas ornamentais deve ser feita de tal forma que minimize o impacto ambiental, procurando aproveitar o máximo possível, os resíduos sólidos grossos e finos gerados, estudando as possíveis aplicações industriais para os mesmos. Os resíduos grossos podem ser britados ou moídos, dependendo de suas aplicações industriais a que se destinam (brita areia artificial, argamassas, tintas e outros). Os resíduos finos normalmente são aqueles existentes nos efluentes das serrarias. Esses efluentes de serrarias ou marmorarias devem ser tratados de tal forma que os finos sejam separados da água, na chamada separação água/sólido. São feitos em tanques de decantação para separar o pó residual gerado no processo de desdobramento/corte das placas de granito (CAMPOS, 2009).

Os materiais produzidos pelos resíduos gerados no beneficiamento de rochas ornamentais são utilizados em edificações sem apresentar nenhum grau de periculosidade, e o processo de beneficiamento aparentemente simples e limpo, assim, os resíduos gerados se assemelham aos resíduos de construção civil e urbana. Por essa razão, no Brasil, esses resíduos são considerados de “baixa agressividade ao meio ambiente”. É comum encontrar depósitos de lama residual de marmorarias, a céu aberto e sem revestimento de fundo, sendo águas das lamas do desdobramento que se infiltram no solo ou são direcionadas para corpos d’água superficiais, comprometendo a qualidade de águas superficiais e subterrâneas para o consumo doméstico (SILVA, 2011).

O Setor produtivo junto com o órgão de controle ambiental estadual Instituto Estadual do Meio ambiente (IEMA) e alguns órgãos municipais vem evidenciando esforços no sentido de minimizar estes impactos. Para isso, desde 2005 várias associações de empresários do setor vem sendo criadas tendo como foco principal a

solução destes problemas, implantando aterros industriais específicos para dar destino adequado a estes resíduos (SILVA, 2011).

No entanto, o aterro industrial não é uma solução definitiva e nem deve ser considerada única. Isto porque as áreas licenciadas têm em média uma vida útil de projeto de 10 anos, e para atender à demanda crescente da geração de resíduos do setor, são necessários novos aterros licenciados. Porém, o processo de planejamento, licenciamento e construção destes tipos de aterro é demorado. Além do mais a solução de destinação final em aterro não agrega valor aos resíduos de imediato. Os estudos relacionados ao aproveitamento de resíduos da indústria de beneficiamento de rochas ornamentais são relativamente recentes, publicados a partir da década de 90. As pesquisas abrangem aplicações tais como: argamassas, tijolos de solo-cimento, tijolos cerâmicos, concretos, blocos de concreto para vedação, blocos de pavimentação, lajotas de piso, componentes para indústria cerâmica e filler para pavimentação (MELLO, 2006).

No Paraná existe um centro de pesquisa em design e sustentabilidade que, junto com a associação dos produtores de granito, desenvolveu uma pesquisa com o objetivo de criar um novo paradigma de desenvolvimento de produtos, pensando em soluções criativas para os resíduos e aumentando o ciclo de vida dos materiais (SILVA, 2011).

O beneficiamento das rochas envolve várias etapas. Primeiramente é feita a extração dos blocos à céu aberto nas grandes jazidas. Depois segue o processo de desdobramento dos blocos ou o também chamado beneficiamento primário. Os blocos possuem dimensões médias em torno de 190 x 180 x 300 mm e pesam em torno de 30 toneladas, dimensões estas que variam de modo a obter-se um melhor aproveitamento do material durante a extração e de maneira que possibilitem o transporte até as serrarias. Nas serrarias ocorre a transformação dos blocos em chapas com espessuras padrão de 10,20 ou 30 mm, através da utilização de máquinas apropriadas chamadas Teares (PEYNEAU, 2004). O autor ainda salienta que a próxima etapa é a transformação das placas em produto final através do uso de equipamentos chamados politrizes, aonde acontece o levigamento (uniformização da superfície), polimento, lustração, corte e acabamento de maneira a se adequar com as especificações que o produto final requer.

No Brasil as indústrias beneficiadoras vêm preocupando proprietários, ambientalistas e governantes pela quantidade crescente de resíduos. Durante o processo do beneficiamento (principalmente nas serragens) grandes quantidades de resíduos são produzidas na forma de lama, constituídos basicamente de cal hidratado, gralha e rocha moída. A lama banha o bloco durante todo o processo de corte. É abrasiva composta de gralha de aço, cal e água. O corte é feito através do atrito das lâminas com o bloco, juntamente com a gralha contida na lama, que deve manter uma viscosidade controlada pelo equipamento com a adição de água e cal. É importante manter a dosagem correta de gralha para evitar o desgaste maior das lâminas e não comprometer a qualidade das chapas. O tratamento desta lama é basicamente constituído por duas etapas: decantação (Figura 2), e desaguamento, possibilitando uma destinação final adequada para este resíduo.

**Figura 2. Tanque de decantação.**



Fonte: O próprio autor, 2014.



No processo de decantação de lama do polimento ocorre a primeira separação da fase sólida e fase líquida da lama, possibilitando recirculação de água e funcionando como etapa anterior aos processos de desagüamento da lama. Esse processo consiste em reduzir o grau de umidade da lama, para possibilitar a disposição final adequada. A umidade necessária para a destinação final em aterros específicos para resíduos de beneficiamento de rochas ornamentais é de no máximo 30%, conforme estabelecido na NBR 13896/1997 e na IN nº 019/05 do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA), (SILVA, 2011).

Importante salientar que a lama abrasiva por si só, mesmo que não tenha nenhum constituinte perigoso em sua composição, não pode ser lançada em qualquer lugar, pois se despejada diretamente em um córrego ou rio, poderá ocasionar seu assoreamento e turbidez tal que afetaria diretamente a biota local. Desta feita, o que observamos é que inúmeras empresas do setor não realizam o tratamento dos resíduos gerados, e estes acabam sendo depositados em rios, córregos, esgotos, e mesmo quando são depositados em tanques na própria empresa, esses tanques são feitos de forma inadequada provocando assoreamento dos rios ou até mesmo contaminando o lençol freático, de acordo com Freire(2009), citado por Silva (2011).

A utilização de resíduos industriais como aditivos na fabricação de produtos cerâmicos vem despertando um crescente interesse dos pesquisadores nos últimos anos e está se tornando prática comum. Está sendo realizado um projeto na UEPB em parceria com a GRANFUJI LTDA e FUJI S/A, duas indústrias de Beneficiamento de Granito do Estado da Paraíba, onde a lama abrasiva é utilizada para a fabricação de tijolos – tijolos ecológicos - logo usando o processo de reciclagem com o resíduo sólido. Além dos tijolos, podemos citar estudos realizados com a lama abrasiva, em produtos de cerâmica, fillers, entre outros produtos.

Segundo Neves (2002) citado por Santos (2010), observou que a lama abrasiva é um grave problema para as indústrias de beneficiamento de granito, por toneladas desta, estarem sendo lançadas ao meio ambiente, daí a importância em estudos que evidenciem a reutilização desses resíduos na fabricação de outros produtos. Os testes feitos com os tijolos demonstraram, entre inúmeras vantagens, que o material é muito mais resistente que os tijolos convencionais (lajotas, maciços e blocos de cimento); que é possível eliminar os gastos com colunas, vigas, reboco, ferragens e madeiramento; além da redução de tempo da mão-de-obra do pedreiro e do servente para 1/4 do tempo de execução da obra. A principal vantagem, porém, é a redução do custo final da obra em 50%, em média, se comparado ao valor de uma construção convencional (SANTOS; SILVA; NASCIMENTO, 2010).

## CONCLUSÕES

Diante do cenário exposto, verificou-se que é crescente a preocupação com a degradação do meio ambiente e que a mesma está presente nas indústrias que dependem da matéria prima extraída da natureza. Percebeu-se que, as aplicações e formas de reaproveitamento variam conforme o país ou até mesmo a região, em função de características particulares como oferta de materiais e resíduos, disponibilidade de locais para disposição e rigor das normas técnicas.

Tendo um planejamento adequado para a gestão desses resíduos pétreos, evita-se o lançamento desses rejeitos em locais inadequados como geralmente se vê. Sabe-se ainda que, para o funcionamento desse setor industrial, faz-se necessário o processo de extração de barro para a obtenção da matéria-prima, a mistura, a moldagem, a secagem, a queima do produto e seu destino final. Nessa produção ainda é utilizado à lenha para queima dos produtos, em que esse arcaico procedimento vem sendo apontado como um dos principais fatores que contribuem para a ocorrência do fenômeno de desgaste do solo e, conseqüentemente, a desertificação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AQUINO, R. N. A. Utilização de espécies vegetais na recuperação de solo sob área degradada Manaus- AM. UFAM, 2012.
2. CAMPOS, A. R. Tratamento e aproveitamento de resíduos de rochas ornamentais e de revestimento, visando mitigação de impacto ambiental. 10 p., 2009.
3. FIERJ - FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Manual de indicadores ambientais. DIM/GTM, 2008.

4. LEINZ, V.; AMARAL, S. E. Revista Geologia Geral. 7º ed. Inteiramente ver. E atualizada – São Paulo : Ed. Nacional, 1978.
5. MELLO, R. M. Utilização do resíduo proveniente do acabamento e manufatura de mármore e granitos como matéria prima em cerâmica vermelha – Dissertação ( Instituto de Pesquisas Energéticas, Autarquia Associada à USP, 69p., 2006.
6. NUNES, M. B. Impactos ambientais na indústria da cerâmica vermelha. Rede de Tecnologia e Inovação do Rio de Janeiro – REDETEC, 2012.
7. PETRUCCI, E. G. R. Materiais de Construção – 12 Ed. – São Paulo: globo, 2003.
8. PEYNEAU , G. O. R. Tratamento dos resíduos provenientes das serragens de granito através da implantação do filtro-prensa. XXIV Encontro Nac. de Eng. de Produção - Florianópolis, SC, Brasil. 5 p., 2004.
9. QUEIRÓZ, F. C. Aproveitamento de resíduos pétreos de marmorarias do município de São Paulo como agregado para concreto de cimento Portland - Dissertação (Mestrado em Habitação: Planejamento e Tecnologia) Instituto de pesquisas tecnológicas do Estado de São Paulo. Área de concentração: Tecnologia em construção de edifícios. 86p., 2005.
10. SILVA, A. P. M. Problemas socioambientais causados pelas indústrias de cerâmicas no município de Encanto-RN. - CGE/CAMEAM/UERN - 11 p., 2011.
11. SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Fabricação de Tijolos. Disponível em: <<<http://www.sebrae-sc.com.br/ideais/default.asp?vcdtexto=2652>>> Acesso em: 09/06/2014.
12. SILVA, A. Z. D. da. - Metodologia de Avaliação das Práticas de Gerenciamento Ambiental dos Resíduos de Empresas de Beneficiamento de Rochas Ornamentais. - Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Mestrado em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, 121p., 2011.