



XI SILUBESA

Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil

III-035 – GERENCIAMENTO DO PROCESSO PRODUTIVO COM REDUÇÃO E APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE MARMORARIA (ESTUDO DE CASO)

Luciane Maria Brunelli Nunes⁽¹⁾

Engenheiro Civil, Profª da Faculdade Auxilium de Lins,. Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial da Faculdade de Engenharia de Bauru - UNESP. Desenvolve pesquisas sobre aproveitamento de resíduos da construção civil.

Jorge Hamada⁽²⁾

Prof. Assistente Doutor do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia de Bauru - UNESP. Engenheiro civil, mestrado e doutorado em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos - USP, pesquisador e consultor na área ambiental especialmente para manejo de resíduos sólidos. Coordenador do Grupo de Estudos de Resíduos Sólidos da Unesp - Bauru.

Endereço⁽¹⁾: Comercial - Av. Arquiteto Luis Saia nº 1050 – Lins – S.P – Centro -CEP : 16400-010 – Brasil -
Telefone: (014) 3522 – 7277 Fax (014) 3523 – 4300



lucianebrunelli@ig.com.br

RESUMO

No Brasil, as indústrias beneficiadoras de mármore e granitos, vem preocupando proprietários, ambientalistas e governantes pela quantidade sempre crescente de resíduos. Estes rejeitos, normalmente gerenciados de forma inadequada, acumulam-se em pátios, reservatórios e córregos comprometendo o serviço público e o meio ambiente. Um dos problemas enfrentados pelos produtores de rochas ornamentais reside em como melhor aproveitar estes resíduos provenientes do processo de industrialização. Durante a confecção destes produtos, formam-se quantidades apreciáveis de resíduos, que parecem ser inúteis para utilização e inertes ao meio ambiente. Ao observar o lado econômico, podem ser identificados como fontes de desperdícios de insumos e de matérias primas. Sob condições adequadas, estes materiais podem ser reaproveitados, diminuindo assim o consumo dos recursos naturais e a necessidade de tratamento, armazenamento ou eliminação dos rejeitos, tendo-se como consequência, a redução dos riscos gerados às comunidades. A pesquisa e sua aplicação, foi efetuada *in loco* em uma empresa atuante no acabamento e comercialização de rochas ornamentais. Refere-se a uma pesquisa experimental, desenvolvida através de raciocínio dedutivo, caracterizando e quantificando os resíduos gerados no processo de polimento e acabamento final de peças de mármore e granitos. Para tanto foi realizado um prévio levantamento da quantidade de rejeitos gerado ao longo do processo produtivo, englobando os retalhos, cacos e pó de granitos e mármore, analisando o destino dados a estes rejeitos quanto ao armazenamento e lançamento à rede de esgotos e ao meio ambiente. Neste estudo efetuou-se uma análise de desperdícios previamente existentes, procurando identificar os principais focos, assim propor e implantar alterações nos processos e procedimentos para sua redução. Dentre os itens de desperdício avaliados foi considerado o consumo de água.

PALAVRAS-CHAVE: Redução resíduos granito, Reciclagem granito, Gerenciamento Marmoraria.

INTRODUÇÃO

Em todo o processo de desmonte, serragem e polimento de blocos de granitos, o volume de rejeitos gerados é significativamente grande, seu manuseio e deposição final geram problemáticas do tipo, econômicas principalmente ambientais. Um dos maiores desafios para os próximos milênios é a eliminação dos resíduos, sejam doméstico,

industriais ou hospitalares. Para os produtores de rocha ornamentais torna-se um desafio em como aproveitar estes resíduos provenientes do processo da industrialização que consiste desde o desdobramento de blocos de rochas até o seu acabamento final.

De acordo com estudos realizados pelos NITES, estima-se que o percentual de desperdício, no processo de mineração de pedras ornamentais, chega a 40%. No processo de serragem pode-se perder até 30% dos blocos. Outras perdas costumam ocorrer causadas por quebra de placa, falhas de empilhamento, defeitos de corte, uso de polpa inadequada e laminas de cordas pouco tencionadas. Deve-se ressaltar que, durante a manufatura de ladrilhos pode-se atingir perdas da ordem de 10%. Finalmente estima-se que quando da aplicação de pedras ornamentais na construção civil, as perdas podem chegar a até 30%, sem mencionar os rejeitos do polimento. Devemos esclarecer que os percentuais não são acumulativos e que as estimativas de desperdício acima descritas, são de profissionais ligados ao setor, pois não existem dados exatos disponíveis nas empresas que permitam quantificar, com maior precisão, as perdas obtidas na industrialização das rochas ornamentais.

Este trabalho tem como objetivo estudar o aproveitamento dos resíduos oriundos do acabamento e comercialização de granitos, visando sua aplicação na confecção de novos elementos construtivos como peças ornamentais, pisos e outros.

PANORAMA GERAL DA INDUSTRIALIZAÇÃO DE MÁRMORES E GRANITOS NO CENÁRIO INTERNACIONAL

Desde o início da década de 60, até o presente, o setor de rochas ornamentais cresceu de maneira considerável, tornando-se uma indústria de grande escala. Porém, a tecnologia não manteve os níveis de produção. Isso se deve, em parte ao fato de que a indústria se caracteriza pela grande quantidade de pequenas serrarias situadas em algumas regiões do país.

A década de 90 é considerada a "nova idade da pedra", o desenvolvimento do setor pode ser avaliado, referindo que a produção mundial evoluiu de 1,5 milhões t/ano, na década de 20, para um patamar atual de 45 milhões t/ano. Tal incremento foi determinado tanto por novos tipos de utilização das rochas ornamentais nas paisagens urbanas, principalmente no que se refere a obras de revestimento, quanto por novas tecnologias de extração, manuseio, transporte e beneficiamento de blocos e placas.

Os avanços tecnológicos permitiram aproveitamento e difusão de diversas rochas anteriormente não comercializadas, enquanto as novas utilizações viabilizam soluções estáticas e funcionais muito interessantes e confiáveis na construção civil.

O grupo dos países principalmente produtores, no qual está incluído o Brasil, ainda exporta, sobretudo, cumprindo uma trajetória de desenvolvimento já trilhada por países com maior tradição setorial, são determinados principalmente no continente europeu, que concentra os países de mais tradição setorial e volume de negócios; por exemplo, a Itália, Alemanha, Espanha, Grécia e França são responsáveis por 40-45% do consumo mundial noticiado na última década.

A Itália ocupa posições de mercado como maior produtora de rochas e equipamentos, maior importador de material bruto maior exportadora de produtos acabados e serviços e maior consumidora per capita, controlando quase 50% do comércio internacional. O principal fator da distinção italiana está relacionada ao controle de tecnologia de lavra, beneficiamento e aplicação, absorvida e desenvolvida ao longo de tempo. Somente do Brasil, a Itália absorve mais de 60% do volume das exportações.

Mas o Brasil também ocupa posições de destaque no cenário internacional e está enquadrado no grupo dos grandes produtores e exportadores de rochas, sendo atribuída a maior geodiversidade mundial para os granitos. O Brasil possuidor de grandes reservas de mármore e granitos, precisa e deve criar suas metas para o setor de rochas ornamentais que sirvam como exemplos e inovações internacionais. É importante a renovação de conceitos ultrapassados na implantação de políticas que concilie o aproveitamento racional dos recursos naturais, com o desenvolvimento de novas tecnologias. Neste contexto, o setor de industrialização de mármore e granitos precisa de gerenciamento e maior conscientização da responsabilidade de se fazer um trabalho em longo prazo, com o respeito ao meio ambiente e a comunidade.

ESTUDOS DO PROCESSO DE INDUSTRIALIZAÇÃO

A industrialização de mármore e granitos está prevista pelo desenvolvimento de diferentes fases, que podem ser assim resumidas: extração da rocha bruta em forma de blocos, desdobramento ou serragem dos blocos em chapas, processo de polimento e acabamento do produto final. Lembrando que este trabalho concentra-se no polimento e principalmente na produção de peças de consumo na construção civil (acabamento final do produto).

No que se refere à tecnologia de corte, processo de extração dos blocos de mármore e granito, o crescente emprego dos fios helicoidais (fio diamantado) em substituição progressiva das tecnologias dominantes no passado recente, mas ainda ocorrem os empregos de tecnologia que muitas vezes comprometem a integridade física mecânica da rocha, provocando o aparecimento de fraturas secundárias, como é o caso da utilização de maçarico (flame-jet) e de detonantes imersos em águas colocados no interior dos furos que dimensionam os blocos. Outros processos para o desmonte de rocha são os agentes expansivos, aplicados no interior dos furos, que funciona através de reação química, quando misturado com uma quantidade exata de água, promovendo a ruptura da rocha nem plano pré-definido.

Após extração dos blocos, estes são levados à serralha para o desdobramento ou serragem em chapas semi-acabadas, com espessuras que variam de 1 a 3cm. Existem dois tipos de equipamentos para o desdobramento dos blocos, sendo um deles o tear constituído por laminas de aço paralelas entre si dispostas no sentido longitudinal do equipamento, utilizando componentes abrasivos (granilhas de aço ou ferro fundido) para serragem dos blocos, o outro é composto por discos diamantados, com diâmetro de variam de 20 centímetros a 2 metros, o segundo processo apresenta custo unitário de processamento superior aos de desdobramento por teares de lama abrasiva, sendo comumente empregado para o aproveitamento de blocos de pequena dimensão.

Para o acabamento final do produto, as placas obtidas logo após a serragem ou desdobramento em chapas, serão levadas à marmoraria para serem polidas conferindo-lhe aspecto e forma para o polimento final. A seqüência destas operações de acabamento é realizada na politriz, que trabalham com abrasivos sucessivamente mais finos, sendo a superfícies das placas desbastadas até a obtenção do polimento final. Uma vez conferido o aspecto final da superfície, restam-lhes a forma e dimensões almejadas, nesta fase as operações são executadas com o emprego de serras rotativas com disco diamantados, para em seguida, o produto receber os acabamento final (geralmente manual). Nesta etapa do processo a água é de fundamental importância, e devem ser abundantes, elas são utilizadas não somente para resfriar os elementos abrasivos, como também para arrastar os detritos que vão sendo gerados.

PANORAMA GERAL DA EMPRESA

Para o estudo *in loco* verificou-se que quantidades apreciáveis de resíduos sólidos eram geradas, chegando a índices aproximadamente de 30% do total produzido, sendo que apenas uma pequena parcela deste agregado era efetivamente reaproveitada no processo.

Um dos fatores diretamente ligados ao desperdício foi a mão de obra desqualificada, caracterizando fonte potencial de desperdício. Outro fator era a ausência de desenvolvimento tecnológico, com equipamentos de baixo rendimento, falta de planejamento e manutenção dos mesmos.

Buscando otimizar o processo produtivo, implantou-se um programa de redução de desperdícios, através do planejamento e gerenciamento em todas as etapas da indústria. Inicialmente promoveu-se melhorias na mão de obra, investindo-se em cursos de treinamento com a equipe e investimentos tecnológicos significativos nos equipamentos, obtendo excelentes resultados e reduções dos desperdícios.

Elaborou-se um projeto e instalação de tanques de sedimentação, com capacidade para armazenamento de água suficientes para manutenção do processo. Desta forma, somente uma pequena parcela da água consumida é repostada para manter os níveis dos reservatórios. Com a implantação dos tanques, a empresa deixou de lançar nas redes municipais de esgoto e, portanto nos recursos hídricos o pó de mármore e granitos.

Posteriormente a preocupação estava concentrada em como destinar os resíduos maiores que são classificados como retalhos. Para tanto, foram implantados procedimentos para a criação de novos elementos que servem como ornamentos arquitetônicos, tais como pisos trabalhados, peças de pequeno porte, colunas, mesas e outros, que absorvem em até 90 % dos retalhos.

Atualmente estão sendo desenvolvidos vários estudos visando o reaproveitamento de cacos e pó de granitos e mármore, incorporando-os também como fonte de renda e diminuição dos insumos e de descarte ao meio ambiente.

PRIMEIRA ETAPA DA PESQUISA

O primeiro passo em nosso estudo foi definir qual o tipo de atividade ou serviço a ser realizado, escolha do perfil do cliente que se pretende atingir, qual o tipo de produto a ser processado, os índices de aproveitamento da matéria prima, os resíduos gerados em todo processo industrial, desde o polimento das chapas até a entrega do produto.

Após um acompanhamento detalhado de cada face, pudemos dar início a novas estratégias dentro da empresa, a começar com um projeto detalhado da instalação de cada setor e a distribuição dos equipamentos a serem utilizados.

Um dos pontos importante a ser considerado é a estocagem e transporte das chapas de granitos no pátio da empresa, a fim de dinamizar a rotina de trabalho diminuindo o esforço humano. Bem como o transporte para o acabamento ou estocagem de peças acabadas.

Demos seqüência em nosso estudo com treinamento progressivo e contínuo com cada profissional em seu setor, começamos então com o serrador que é a pessoa responsável pelo perfeito dimensionamento do produto, realizamos um treinamento e acompanhamento do corte de cada peça por um período de aproximadamente 3(três) meses consecutivos, adequando o corte das peças na superfície da chapa para um maior aproveitamento, reduzindo assim quantidades apreciáveis de retalhos a serem descartados, no setor de montagem e colagem das peças realizamos testes de diferentes formas para que resultasse em um perfeito acabamento, já no setor de polimento padronizamos os tipos de acabamentos a serem executados nas formas e dimensão almejadas.

Para que a empresa possa disputar mercado cada vez mais concorrido, fez-se necessário oferecer qualidade dos produtos e serviços e cumprimento dos prazos de entrega acordados, precisamos dotar a empresa de equipamentos que oferecem maior produtividade (serra-ponte, lixadeiras manuais e policosta automática). A serra-ponte possui precisão de corte e velocidade que garante maior produtividade. As lixadeiras manuais a seco ou com água, são utilizadas nos acabamentos finos. Por fim a policosta automática, utilizadas para acabamento de borda, dando uniformidade às superfícies e precisão dos detalhes (fase de teste).

A modernização dos equipamentos para marmoraria, torna-se um item de fundamental importância em tempos competitivos. Através de levantamento do Simagran-SP os índices mostram que é baixíssimo o número de empresas que possuem máquinas de tecnologia de ponta, apenas 1,5% em todo o estado de São Paulo, como serra-ponte e máquinas para acabamento de borda. Um número muito aquém da necessidade do mercado interno, que conta atualmente com pouco mais de duas mil marmorarias.

SEGUNDA ETAPA DA PESQUISA

Foram realizados estudos quantitativos e qualitativos dos rejeitos gerados durante a industrialização do produtos em mármore e granitos, o estudo está concentra no processo final da marmoraria que é a área de interesse em questão. Os rejeitos podem ser classificados em: retalhos, cacos, pó de mármore e granito e a água que é utilizada em todas as etapas do processo.

Os retalhos de mármore ou granitos são na sua totalidade aproveitados para fabricação de peças ornamentais do tipo, pisos, soleiras, mesas trabalhadas, colunas e outro.

O consumo de água e sua qualidade no final do processo industrial, para o descarte na rede pública, demonstraram também fontes de grandes desperdícios e a presença de elevadíssimas concentrações de sólidos sedimentáveis, para tanto era necessário deixar de lançar nas redes municipais de esgoto e portanto nos recurso hídricos quantidades que chegavam em até 2m³ de pó de mármore e granitos, elaborou-se um projeto para instalação de tanques de sedimentação para absorver toda a água de utilização da marmoraria, verificou-se que para manutenção do sistema de abastecimento de água era necessário a construção de 15 tanques de sedimentação com capacidade total de 20.000 litros de águas, estes tanques são responsáveis pela sedimentação de materiais particulados por gravidade, bem como pelo reabastecimentos as caixas d'água que alimentam as máquinas da indústria. A limpeza e manutenção dos tanques faz-se necessário por períodos que variam de dois a quatro meses.

Com a construção dos tanques surge uma nova problemática, que é o descarte da lama que fica depositada nos tanques de sedimento, juntamente com outro resíduo que são gerados no processo de industrialização, são os cacos de mármore e granitos.

Para melhor aproveitamento deste resíduo demos início a uma nova fase, que é a fabricação de novos elementos que agrega os cacos e o pó de mármore e granitos. Estão sendo criados painéis com a formação de mosaicos, que servem tanto para o artesanato como para pisos e outras peças do tipo colunas, mesas e outros. Os ensaios para análise de resistência e desgaste a abrasão das peças ainda estão em fase de teste, por isto não encontra-se relacionado neste trabalho.

CONCLUSÃO

Estão sendo estudados resíduos provenientes da serragem, corte e acabamento final de mármore e granito da marmoraria de Lins SP, para confecção de novos elementos construtivos, as conclusões finais dos resíduos estudado só será possível no término deste estudo, aonde devem apresentar as composições mineralógica, a granulometria dos resíduos para adequada fabricação das peças a serem apresentadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CALMON, J. L. et al. Aproveitamento do resíduo de corte de granito para a produção de argamassa de assentamento. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassa, Salvador, 17-18 / abril, 1997. Anais. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído ANTAC. p. 64-75.
2. CARUSO, L. G.; STELLIN Jr, A. Mármore e granitos Ornamentais. Minérios: Extração e Processamento. São Paulo. N. 153, p. 50-51. Outubro 1989.
3. NITES – Núcleo de Informação Tecnológica do Espírito Santo. Estudo. Desperdício na Indústria de mármore e granito. Rochas de Qualidade, Mármore e pedras Ornamentais. São Paulo. Edição 118, p. 27-32. Julho/Agosto/Setembro. 1994.
4. FREIRE, A. C.; MOTA, J. F., Potencializadas para o aproveitamento Econômico do Rejeito da Serragem do Granito. Rochas de Qualidade, Mármore e pedras Ornamentais. São Paulo. Edição 123, Julho/Agosto de 1997.