

Tijolos feitos do Resíduo do mármore Bege Bahia

Gabriella Freitas Santos Menezes Ribeiro⁽¹⁾

Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Salvador – UNIFACS.

e-mail: gabyfsantos@hotmail.com

Ian Jazler Trindade

Graduando em Engenharia Mecânica pela Universidade Salvador – UNIFACS.

e-mail: ian@artdig.com.br

Alex Soares Caldas

Orientador pela Laureate International Universities – Universidade Salvador – UNIFACS.

e-mail: alex.caldas@pro.unifacs.br

RESUMO

O presente estudo visa o desenvolvimento e fabricação de tijolos a partir do pó proveniente do polimento do mármore, composto por Resina Poliéster, Peróxido de Metil-etil-cetona ($C_4H_{10}O_4$) e resíduo de mármore. A quantidade estimada da geração conjunta do resíduo do polimento de mármore é de 180 toneladas/dia, chegando a 65.700 toneladas/ano. Tal metodologia surge como alternativa de gestão ambiental do processo produtivo do mármore para destinar de forma sustentável esta grande quantidade de refugo.

PALAVRAS-CHAVE: Mármore, Bege Bahia, Reaproveitamento.

TEXTO

O bloco confeccionado tem como objetivo desenvolver novas opções de design para casas, condomínios, empresas e decorações diversas, possibilitando assim o reaproveitamento de resíduos, desta forma, evitar a degradação do meio ambiente. O bloco é composto por água, pó de mármore (contendo química de resina e outros materiais) e cimento Portland CP II, mantendo assim o aporte sustentável para a destinação final destes materiais.

O mármore Bege Bahia origina-se na Formação da Caatinga, reunindo qualidades estéticas e físicas, tornando-se ideal na utilização como rochas ornamentais, material de revestimento, piso de área interna, esculturas e objetos de arte. Por conta disto, os estudos baseiam-se na manutenção de tais características e elaborações de corpos de prova, a fim de utilizar o pó, resultante da exploração do mármore, para fabricação de blocos.

No município de Jacobina as reservas totais medidas são de 891.825 m³ e as indicadas são de 914.280 m³, já em Ouro-lândia as reservas totais medidas indicadas e inferidas do mármore Bege Bahia são respectivamente 955.419 m³, 3.951.700 m³ e 1.600.00 m³ (BRAZ E MAGALHÃES, 2002 *apud* RIBEIRO *et al.*, 2002).

Os registros de produção do Bege Bahia, em 1999, destacavam quatro municípios baianos: Itaguaçu da Bahia, Juazeiro, Mirangaba e Ouro-lândia. Neles foram produzidos 26.240 m³ do mármore, que renderam 1,78 milhão de dólares sendo que, cerca de 85% deste volume e 75% das vendas partiram das lavras de Ouro-lândia. No mesmo ano, cerca de 135 mil m² de placas e ladrilhos possibilitaram uma receita da ordem de 1,64 milhão de dólares só na área de influencia de Jacobina (RIBEIRO *et al.*, 2002), onde se realiza a primeira etapa do beneficiamento com a serragem dos blocos e o polimento das placas.

Segundo Reis e Sousa (2003), a primeira etapa do planejamento deve-se considerar a definição do método de lavra, um erro poderá significar custos de produção excessivamente altos e menor vida útil da pedreira. Tais métodos consistem num conjunto específico dos trabalhos de planejamento, dimensionamento e execução das tarefas, devendo existir uma harmonia entre as mesmas e os equipamentos dimensionados. O projeto inclui a individualização dos blocos com dimensões adequadas à próxima etapa da produção, que é representada pelo corte da rocha. É importante verificar, durante a fase do planejamento, se o maciço rochoso ou o matacão possuem características ideais para serem lavrados, como a verificação da existência de impurezas, trincas, alterações, topografia local, etc. Um planejamento de lavra bem elaborado fornecerá o dimensionamento do

maquinário e instalações, cálculo dos custos, sequencia das atividades, implicações econômicas dos impactos ambientais e análise das condições hidrológicas (DESTRO, 2000).

Durante a extração desse mineral (mármore), ocorrem impactos ambientais como, lançamento de efluentes líquidos provenientes da lavagem das rochas, manutenção de equipamentos, manutenção da estrutura local, a remoção da cobertura vegetal do solo que contribui para o aumento da concentração de sólidos e turbidez das águas, devido ao carreamento, principalmente em período chuvoso. A disposição inadequada das pilhas de rejeitos também favorece o assoreamento de cursos d'água e obstruções de nascentes, as emissões atmosféricas caracterizadas pela emissão de partículas (poeira) durante as atividades de extração dos minerais e carregamento dos caminhões estando assim, as emissões condicionadas às correntes de vento e ruídos e vibrações de explosivos, que podem causar danos nas estruturas das mediações do empreendimento.

A etapa seguinte, beneficiamento primário, também conhecido como serragem ou desdobramento, ocorre o corte dos grandes blocos de mármore através dos teares que contém granalhas de aço devidamente alinhadas e espaçadas que entrarão em atrito com os blocos (esse processo se dá pela atuação do elemento abrasivo - polpa abrasiva – regido pela movimentação das lâminas pela máquina que funcionam como pistão em cilindro provocando depressão e compressão alternadamente que provocam o desgaste dos cristais e a obtenção das chapas de mármore) (STELLIN, 1998), iniciando assim a primeira etapa de industrialização dessa rocha ornamental.

Para Gonçalves (2002), durante o processo de serragem, ocorre a geração de lama derivada da polpa abrasiva, que é usada no tear para lubrificação e resfriamento das lâminas de serragem (evitando a oxidação das mesmas), limpar espaços entre as chapas e servir como abrasivo facilitando o processo. A polpa tem composição basicamente de água, cal, rocha moída e granalha oriunda do desgaste das lâminas. Após a serragem, o resíduo produzido durante o processo, é direcionado para uma barragem de rejeito, onde será filtrado, separando a parte líquida do sólido. A parte pastosa que sobrou após a separação com a água, será direcionada para outro tanque, ficando assim exposta ao sol para secagem. A água, então, é bombeada do poço de recolhimento e retorna para o pressurizador do tear, que cria uma chuva abrasiva, distribuída nos blocos e lâminas, formando todo o processo de corte novamente.

Segundo pesquisas feitas com o Sr. José Carlos, dono de uma das marmorarias da cidade de Ourolândia – BA, um bloco com 9 m³ possui densidade aproximada de 2700 kg/m³, pesando assim 24300 kg. Depois de serrado ele se transforma em 330 m² de chapas com 2 cm de espessura, pesando 56 kg cada (total de 18480 kg) perdendo cerca de 5820 kg que equivale a 23,9% de pó de mármore.

Após a serragem dos grandes blocos de mármore, as chapas serão expostas a céu aberto, para o processo de estucamento, que é o preenchimento de imperfeições da pedra com Resina Poliéster. Seguindo o processamento, tem-se a fase de polimento, onde as chapas de mármore serão colocadas em mesas onde estão as máquinas com lixas para o procedimento. O maquinário contém a mesma polpa abrasiva dos teares, para facilitar o deslizamento das lixas sobre a superfície da chapa. Ao final do polimento, são realizadas inspeções para que não tenham defeitos estéticos, sendo assim, podendo ser destinada ao mercado consumidor.

Assim como no processo de serragem, na etapa do polimento há também uma barragem de rejeito onde é destinada a polpa abrasiva, que passa pelo processo de filtragem, gerando resíduo sólido e líquido e a água que será bombeada do poço de recolhimento para o pressurizador das máquinas polidoras para ser utilizado novamente no processo. A parte sólida é destinada a um tanque, onde também ficará exposta ao sol para que seque.

Ao secar, serão gerados blocos de pó que não tem utilidade para nenhum fim, apenas acontece o descarte incorreto desse material que é prejudicial tanto à saúde humana como do meio ambiente. Sendo essa a matéria prima usada para a fabricação do tijolo, surgindo como possibilidade de reaproveitamento e aceitável destino para o resíduo.

O material utilizado para a fabricação dos tijolos é o pó de mármore que é composto por Resina Poliéster que segundo ABNT (2014), possui risco à saúde severo sendo tóxico por inalação, ingestão, absorção cutânea e vapores irritantes, taxa de inflamabilidade severa, taxa de reatividade moderada e taxa de contato moderada; Peróxido de Metil-etil-cetona (C₄H₁₀O₄) que é um líquido incolor tóxico e combustível que em queima emite vapores tóxicos, não solúvel em água, podendo penetrar no organismo por inalação, ingestão e contato com pele e olhos.

Na Tabela 1 estão apresentados os materiais componentes do pó de mármore com suas respectivas classificações de risco, inflamabilidade, reatividade e taxa de contato, tais resultados demonstram que a empresa deve ter um grau de atenção elevado, em si tratando do destino final destes resíduos.

Tabela 1: Compostos presentes no pó de mármore após o processo de polimento

Resina Poliéster	
Nomenclatura:	Peróxido de Metil-etil-cetona
Formula Química:	C ₄ H ₁₀ O ₄
Características:	Líquido
	Incolor
	Tóxico
	Combustível
Nível de risco:	Severo
Taxa de inflamabilidade:	Severa
Taxa de reatividade:	Moderada
Taxa de contato:	Moderada
Tóxico por:	Inalação
	Ingestão
	Absorção cutânea
	Vapores irritantes
Riscos durante queima:	Intoxicação por vapores tóxicos, não solúveis em água através de inalação, ingestão e contato com pele e olhos.

Segundo o Sr. José Caros, a quantidade estimada da geração conjunta do resíduo do polimento de mármore é de 180 toneladas/dia, chegando a 65.700 toneladas/ano na cidade de Ourolândia, sem o menor uso e com descarte incorreto nos terrenos próprios da empresa ou vizinhos, sendo que o pó de mármore é impermeável, além de conterem química prejudicial a saúde humana e a natureza, tornando assim o solo inutilizável para outras atividades.

METODOLOGIA

Para a produção dos corpos de prova, o pó de mármore foi passado na peneira de mesh nº 35 (0,500 mm de abertura), adicionamos ao pó o Cimento Portland CP II na proporção de 20% e 30% (m/m) e água. Fora aplicado ao corpo de prova de formato cilíndrico (50mm x 100mm) uma força de 100N utilizando a prensa CBR/MARSHALL.

Os ensaios foram realizados nos laboratórios 013 de Materiais de Construção e Solos, 008 de Ensaios Mecânicos e Metalografia, 011 de Motores e Tecnologia Automotiva, e 014 de Processos de Fabricação e Manufatura, localizados no Campus Rio Vermelho PA6 da Universidade Salvador – UNIFACS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com 4 dias de idade, foram desmoldados e feito o primeiro teste de resistência à compressão simples, obtendo 4,883 kN, dado utilizado para encontrar a tensão de resistência máxima.

Segundo uma breve entrevista realizada com o professor Dr. Cleber Dias, e considerando que o cimento atinge a sua resistência máxima em 28 dias, a projeção para a resistência do tijolo é de 15 e 18 MPa. Foram feitos também testes de resistência como a compressão simples (RCS) nos corpos de prova com a proporção de 30% (m/m) de Cimento Portland CP II porém não obtiveram tanta resistência no ensaio à compressão simples (RCS) tendo a força máxima obtida no valor de 4,175 kN.

CONCLUSÃO

Com a finalidade de tornar útil o pó de mármore, que é adquirido a partir do polimento de suas placas, e em sua maioria, descartado de forma incorreta no meio ambiente, foi criado esse projeto para a fabricação de blocos contendo o próprio pó com químicas que foram citadas ao longo do desenvolvimento deste artigo, a fim de evitar possíveis efeitos degradáveis que viriam a ocorrer quando alocados de forma incorreta. Através dos estudos e análises de resultados obtidos, o bloco pode ser utilizado com finalidade de design para diversos locais e áreas externas como jardins e áreas ornamentais.

REFERÊNCIAS

RIBEIRO, A. F.; MAGALHÃES, A. C. F. *Caracterização geológica-econômico do mármore Bege Bahia*. 2002, p. 1-5.

STELLIN Jr., A. Serragens de Granito para fins ornamentais. *Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP*, Departamento de Engenharia de Minas, BT/PMI/085, São Paulo, 1998.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. NBR 10004 – Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro. 1987.

_____. NBR 10007 – Amostragem de resíduos, Rio de Janeiro. 1987.

_____. NBR 12142 – Concreto – Determinação da resistência à tração na flexão em corpos-de-prova prismáticos. Rio de Janeiro, 1991.

_____. NBR 14725 – Produtos químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente. Rio de Janeiro, 2014

DESTRO, E. *A influência da esfoliação em maciços graníticos no planejamento da lavra de blocos de rochas ornamentais*. 2000. 101 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral) - Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2000.

REIS, R. C.; SOUSA, W. T.; *Métodos de lavra de lavras ornamentais*, 2003. p. 1-3.