

Estimativa do Potencial de Construção de Piso Mosaico como Subproduto de Marmorarias

Aline do Carmo Martins
Cristian Correna Carlo
Flávia Mara Nogueira Vaz Ramos
Julia Caroline de Oliveira Veloso
Welica Soares Sousa

Resumo: este artigo tem origem no projeto desenvolvido em 2020 pelo Núcleo PRATICAR da Universo BH, que buscou estimar a capacidade de aproveitamento dos resíduos de marmorarias (retalhos de corte) para pavimentação de calçadas e parques da cidade. Definiu-se como objetivo desta pesquisa *estimar o potencial de reaproveitamento de resíduos de uma Marmoraria para confecção de piso mosaico*. Para isso foi conduzida uma pesquisa de objetivo exploratório composta inicialmente de visita, entrevista e coleta de resíduos em uma marmoraria da cidade de Belo Horizonte. Os resíduos coletados foram pesados e dispostos dentro de uma forma de área conhecida, os espaços foram preenchidos com areia, simulando a presença da massa (cimento e/ou argamassa). Encontrou-se uma utilização de resíduos no valor de 22 kg a 31,6 kg por metro quadrado de piso mosaico construído.

Palavras-chave: Logística Reversa; Sustentabilidade; Meio Ambiente; Resíduos, Marmoraria.

1. Introdução

As rochas ornamentais de mármore e granito são muito utilizadas no mundo inteiro. No Brasil, o segmento proporciona bons retornos financeiros aos investidores, gera muitos empregos e contribui para o desenvolvimento da economia do país. Não obstante, gera resíduos em várias etapas do beneficiamento podendo representar riscos ambientais para o solo, água e ar. Por isso este setor vem buscando formas de mitigar o impacto ambiental, encontrando na Logística Reversa, um importante instrumento na promoção do desenvolvimento sustentável.

O artigo apresentado agora deriva do projeto desenvolvido em 2020 pelo Núcleo PRATICAR, que buscou estimar a capacidade de aproveitamento dos resíduos de marmorarias (retalhos de corte) para pavimentação de calçadas e parques da cidade. Definiu-se como objetivo desta pesquisa *estimar o potencial de reaproveitamento de resíduos de uma Marmoraria para confecção de piso mosaico*.

Para estimar este potencial de reaproveitamento, foi conduzida uma pesquisa de objetivo exploratório de acordo com um roteiro de campo composto por visita, entrevista e coleta de resíduos em uma marmoraria da cidade de Belo Horizonte. Os resíduos coletados foram pesados e dispostos dentro de uma forma

de área conhecida, os espaços foram preenchidos com aréia, simulando a presença da massa (cimento e/ou argamassa). Verificou-se o peso das pedras e o volume de massa necessários por metro quadrado construído.

Os dados e resultados representam estimativas preliminares, no entanto, podem servir como auxílio tanto para profissionais da construção civil na confecção de grandes áreas de piso mosaico, quanto para empresários do ramo e gestores públicos no planejamento de ações de sustentabilidade relacionadas à gestão de resíduos sólidos urbanos.

2 - Referencial Teórico

As atividades do setor de rochas ornamentais geram enormes quantidades de resíduos sólidos, podendo causar consequências negativas ao meio ambiente. No Brasil, este resíduo tem sido, na maioria das vezes, disposto no meio ambiente de forma inadequada, causando impacto ambiental. (Ribeiro, 2013). No entanto, encontrar outras utilizações para os resíduos de marmoraria tem sido um desafio constante.

De acordo com Gazi et al. (2012), a falta de gestão sustentável dos recursos e grandes quantidades de material de resíduos gerados em todas as etapas de produção estão entre os principais problemas neste setor. Contudo, com a rigidez das leis que protegem o meio ambiente, as empresas produtoras de rochas ornamentais, se vêem obrigadas a dar um destino mais apropriado para os resíduos formados durante o processo de beneficiamento das rochas.

Atualmente, a Logística Reversa se apresenta com um importante instrumento para dar correto destino aos resíduos. Considera-se logística reversa todas as atividades logísticas de coleta, processamento do produto e utilização de parte dos produtos e/ou matérias, visando sempre manter uma recuperação sustentável do produto (REVLOG, 2009).

A logística reversa deve ser concebida como um dos instrumentos de uma proposta de produção e consumo sustentáveis. Nesta visão, pode ser vista como um novo paradigma na cadeia produtiva de diversos setores econômicos, pelo fato de reduzir a exploração de recursos naturais na medida em que recupera materiais para serem retornados aos ciclos produtivos e também por reduzirem o

volume de poluição constituída por materiais descartados no meio ambiente. (Barbieri e Dias, 2002)

No varejo do negócio de pedras ornamentais estão as marmorarias, peças fundamentais para que essa cadeia produtiva de rochas ornamentais ou de revestimentos, pois é o setor, que cria e transforma chapas brutas ou polidas de granitos dando um maior valor agregado ao produto. Tais produtos como: soleiras, pias, bancadas, divisórias, mesas e entre outras. (Fernandes, 2004).

Segundo Ribeiro et al. (2007), o setor de rochas ornamentais absorve diversos processos de beneficiamento, sendo fonte geradora de enormes quantidades de rejeito. Segundo a ABIROCHAS apud DNPM (2008) existem cerca de 7.000 marmorarias no Brasil, 2.200 empresas de beneficiamento, 1.600 teares, 1.000 empresas dedicadas à lavra com cerca de 1.800 frentes ativas de produção (em um total de 400 municípios). A indústria de rochas ornamentais gera uma enorme quantidade de resíduos, chegando a 200.000 toneladas por ano. Como a reciclagem desses materiais ainda não é amplamente difundida, os impactos ambientais causados são bastante consideráveis.

Atualmente uma opção viável de larga escala tem sido o emprego dos cacos (resíduos) na construção civil como componente de tijolos ou massas de concretagem devido suas à resistência e durabilidade dos resíduos (PIRES et al., 2014). Esses resíduos podem ser reciclados para se tornarem texturas para paredes ou muros de arrimo, por exemplo. Ao serem triturados, também podem ser utilizados como britas em pátios, jardins. Quando apresentam-se em cacos, podem ser utilizados como pisos (Figura 1), opção de baixo custo e pouca necessidade de mão de obra qualificada.

Figura 1 - Reutilização dos resíduos de marmorarias como piso mosaico.



Fonte: UFSC (2016).

Já a reciclagem do resíduo em forma de lama, provenientes do corte com água nas Marmorarias, tem sido estudado como material integrante na produção de vidros especiais e também incorporada nas massas argilosas para confecção da cerâmica vermelha (UFSC, 2016).

3 - Apresentação e Análise de dados

Foi realizada uma visita na Marmoraria Margran Comercial LTDA, localizada na Rua Jacuí, no bairro Ipiranga para coleta os cacos (Figura 2). Foi realizada uma entrevista com o Diretor da empresa que estimou as perdas no corte no percentual de 15 a 20%, a variar com o modelo da pedra e com o trabalho a realizar. Em média são despachadas mensalmente “3 a 4 caçambas” de resíduos de mármore, destinados aos aterros próximos. Ao final, foram coletadas as últimas 28 peças de resíduos, de diferentes formas e tamanhos, para compor a amostra para o experimento.

Figura 2 – Descarte dos resíduos.



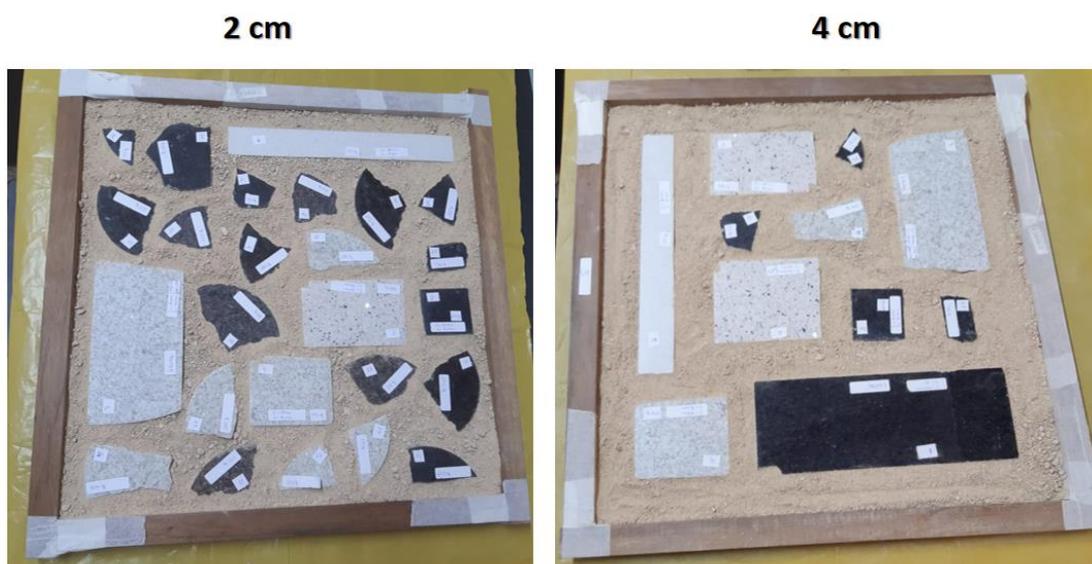
Fonte: Autores (2020).

Foi informado que a empresa não possui espaço necessário para acomodar uma máquina que transformaria os resíduos em cascalho. Essa máquina de moer é muito cara e precisaria ser instalada fora da área urbana. No entanto, acredita que, caso a empresa conseguisse fornecer esse material (cascalho) teria bastante cliente, principalmente construtoras.

Dados experimentais.

Na etapa de realização do experimento todas as peças foram numeradas e pesadas. Em seguida as peças foram colocadas em uma moldura sobre uma superfície lisa e posicionadas com espaçamento médio 2 cm (depois de 4 cm). Os espaços foram preenchidos com areia. (Figura 3).

Figura 3 - Peças sobre a moldura com espaçamento de 2 cm e 4 cm.



Fonte: Autores (2020).

As operações foram repetidas 8 vezes (8 arranjos diferentes), tanto para as peças com espaçamento de 2 cm quanto para as peças com espaçamento de 4 cm. Os pesos das peças e volumes de areia foram anotados em cada arranjo, resultando, respectivamente, em uma média em quilos e outra em litros.

As médias encontradas de peso dos resíduos e volume de areia (representando o volume de cimento) foram multiplicados por 4, uma vez que a área utilizada no molde (50 cm x 50 cm) representa $\frac{1}{4}$ (um quarto) de metro quadrado de piso.

Os quadros 1 e 2 sintetizam os resultados encontrados, estimando o Potencial de Urbanização de acordo com o Volume Vendido em quilos da Marmoraria.

Quadro 1 - Potencial de Urbanização para Assentamento de 2 cm.

Volume Vendido (kg)	Perda (%)	Volume de Resíduos (Kg)	Necessidade de Resíduo (Kg/m ²)	Necessidade de Massa (L/ m ²)	Custo Unitário (R\$/m ²)	Potencial de Urbanização (m ²)	Custo Projeto sem MO (R\$)
100	15%	15	31,6	7,98	R\$ 3,59	0,5	R\$ 27,87
200	15%	30	31,6	7,98	R\$ 3,59	0,9	R\$ 55,74
500	15%	75	31,6	7,98	R\$ 3,59	2,4	R\$ 139,34
1000	15%	150	31,6	7,98	R\$ 3,59	4,7	R\$ 278,69
2000	15%	300	31,6	7,98	R\$ 3,59	9,5	R\$ 557,38
5000	15%	750	31,6	7,98	R\$ 3,59	23,7	R\$ 1.393,44
10000	15%	1500	31,6	7,98	R\$ 3,59	47,5	R\$ 2.786,89
50000	15%	7500	31,6	7,98	R\$ 3,59	237,3	R\$ 13.934,45

Fonte: Autores (2020).

Quadro 2 - Potencial de Urbanização para Assentamento de 4 cm.

Volume Vendido (kg)	Perda (%)	Volume de Resíduos (Kg)	Necessidade de Resíduo (Kg/m ²)	Necessidade de Massa (L/m ²)	Custo Unitário (R\$/M ²)	Potencial de Urbanização (M ²)	Custo Projeto sem MO (R\$)
100	15%	15	22	11,13	R\$ 5,01	0,7	R\$ 31,67
200	15%	30	22	11,13	R\$ 5,01	1,4	R\$ 63,35
500	15%	75	22	11,13	R\$ 5,01	3,4	R\$ 158,36
1000	15%	150	22	11,13	R\$ 5,01	6,8	R\$ 316,73
2000	15%	300	22	11,13	R\$ 5,01	13,6	R\$ 633,45
5000	15%	750	22	11,13	R\$ 5,01	34,1	R\$ 1.583,63
10000	15%	1500	22	11,13	R\$ 5,01	68,2	R\$ 3.167,26
50000	15%	7500	22	11,13	R\$ 5,01	340,9	R\$ 15.836,32

Fonte: Autores (2020).

Vale ressaltar que foi utilizado o volume mínimo de perda (15%) sugerido pelo Gerente, no entanto, pode-se facilmente fazer a correspondência numérica com outros percentuais, uma vez que estes valores variam com as características das peças contadas.

Também foi apresentada uma estimativa de custo, considerando-se preço do cimento no ano de 2020. O custo dos resíduos foi tomado como zero e o custo da mão-de-obra (MO) não foi considerado.

4 - Considerações Finais

Este projeto se mostrou desafiador, no entanto, frutífero. Tratou-se do primeiro projeto desenvolvido pelo núcleo PRATICAR de pesquisa e extensão universitária. Criado para promover projetos como este, que buscam alternativas viáveis para uma economia circular que reduza os impactos ambientais da atividade humana, o PRATICAR foca suas atividades em pesquisas aplicadas de desenvolvimento sustentável e desenvolvimento social, além de outros eixos de pesquisa.

Acredita-se ter atingido o objetivo, uma vez que foi possível estimar o volume de resíduos de corte de granito e mármore (31,6 kg a 22,0 kg) e o volume da massa (8,0 litros a 22,0 litros) empregado em cada metro quadrado de piso mosaico. No entanto, é preciso salientar que os dados apresentados são consequência dos resultados experimentais e estimativas, devendo ser vistos como valores aproximados, apenas como referências para pesquisas futuras.

Seria interessante em futuras pesquisas, a validação dos valores para outros arranjos além de 2 cm e 4 cm e o cálculo do volume de resíduos em metros quadrados, uma vez que esta é a unidade de medida utilizada nas empresas brasileiras para a comercialização de marmores e granitos.

Referências

BARBIERI, J. C.; DIAS, M. Logística reversa como instrumento de programas de produção e consumo sustentáveis. **Tecnológica**. São Paulo, n. 77, p. 58-69, 2002.

GAZI, A.; SKEVIS, G.; FOUNTIM, M. A. Energy efficiency and environmental assessment of a typical marble quarry and processing plant. **Journal of Cleaner Production** 32 (2012) 10-21.

PIRES, Vera; L., Rosa G.; A., Dionísio A. Implications of exposure to high temperatures for stone cladding requirements of three Portuguese granites regarding the use of dowel-hole anchoring systems. **Construction and Building Materials** 64 (2014) 440–450.

REVLOG – *EUROPEAN WORKING GROUP ON REVERSE LOGISTICS*. 2009. Disponível em: <http://www.fbk.eur.nl/OZ/REVLOG/>.

RIBEIRO, Simone Valeira. **Reutilização de Resíduo de Rocha Ornamental na Produção de Tijolo Solo-Cimento**. Dissertação de mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais. Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2013.

UFSC. Marmore e Granito . Disponível em: <https://materioteca.paginas.ufsc.br/marmore-e-granito/>. Acesso em 20 nov, 2020.