

PRODUÇÃO DE ROCHA AGLOMERADA ARTIFICIAL FABRICADA COM RESÍDUOS DE QUARTZITO E RESINA VEGETAL

PRODUCTION OF ARTIFICIAL AGGLOMERATED STONE MANUFACTURED WITH QUARTZITE WASTE AND VEGETABLE RESIN

Maria Carolyna Sopeletti Fernandes

Aluna de Graduação da Engenharia Química, 10º período, Universidade Federal do Espírito Santo.

Período PIBITI/CETEM: agosto de 2019 a julho de 2020

mariacarolynasopelettifernande@gmail.com

Monica Castoldi Borlini Gadioli

Orientadora, Engenheira Química, D. Sc.

mborlini@cetem.gov.br

Mariane Costalonga de Aguiar

Coorientadora, Química, D. Sc.

maguiar@cetem.gov.br

RESUMO

O Brasil é um grande produtor e exportador de rochas ornamentais. Essa alta produtividade gera uma alta carga mineral de resíduos sólidos vindos do processamento de rochas ornamentais. A produção de rocha aglomerada artificial a partir desses resíduos é uma alternativa para a destinação desses resíduos, pois reduz a quantidade de resíduos a serem descartados na natureza, reduz o consumo de matéria-prima natural, além de poder produzir um material sustentável e com alto valor agregado. A rocha artificial possui alto valor comercial e apresenta propriedades mecânicas similares às da rocha natural com uma menor absorção de água. Apesar do elevado preço, placas de rocha artificial apresentam propriedades superiores às das placas cerâmicas de primeira linha, em função de sua excelente resistência à flexão e brilho superficial. E tem-se cada vez mais aumento no consumo das placas de rochas artificiais principalmente no setor de construção civil. O objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento de rocha aglomerada artificial com resíduo do processamento da rocha ornamental quartzito e resina vegetal de mamona. Os resultados mostraram que foi possível obter um produto sustentável de agregado valor econômico e obteve-se resultado melhor de absorção de água do que os valores exigidos comercializados para rochas naturais de granito.

Palavras-chave: resíduo de quartzito, resina vegetal, rocha artificial, compósito.

ABSTRACT

Brazil is a major producer and exporter of ornamental stones. This high productivity generates a high mineral load of solid waste from the processing of ornamental stones. The production of artificial agglomerated stone from these waste is an alternative for the disposal of these waste, as it reduces the amount of waste to be discarded in nature, reduces the consumption of natural raw material, in addition to being able to produce a sustainable material with high added value. Artificial stone has a high commercial value and has mechanical properties similar to natural stone with less water absorption. Despite the high price, artificial stone slabs have properties superior to those of first-rate ceramic slabs, due to their excellent resistance to flexion and surface gloss. And there is an increasing increase in the consumption of artificial stone slabs, mainly in the civil construction sector. The objective of this work was the development of artificial agglomerated stone with waste from the processing of ornamental stone quartzite and castor oil resin. The results showed that it was possible to obtain a sustainable product with added economic value and a better water absorption result than the required values commercialized for natural granite rocks.

Keywords: quartzite waste, ecologic resin, artificial stone, composite.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um grande produtor e exportador de rochas ornamentais do mundo. No primeiro trimestre de 2020 exportou 426,1 mil toneladas, somando um faturamento de US\$ 200,3 milhões, sendo o estado do Espírito Santo líder em exportações de rochas ornamentais até o primeiro trimestre de 2020 (ABIROCHAS, 2020). Conseqüentemente, um alto volume de resíduos sólidos minerais é gerado desde o processo de extração da rocha ornamental até seu beneficiamento final. Destinar esses resíduos sólidos minerais para o desenvolvimento de rocha aglomerada artificial é uma alternativa, para deste modo, reduzir a quantidade de resíduos a ser descartado na natureza, promover a educação ambiental, reduzir a quantidade de matérias primas naturais e produzir um produto sustentável com valor econômico, podendo contribuir para aumentar o ciclo econômico de produtos e aumento de empregos.

As rochas aglomeradas artificiais, comercialmente tratadas como “rochas artificiais”, podem ainda ser denominadas de: pedra artificial, pedra industrializada ou pedra composta. São constituídas majoritariamente por agregados naturais como: partículas de mármore, areais de quartzo, granito triturado, cristais de vidro como sílica ou óxido de silício (SiO_2) e demais compostos, os quais são misturados com agentes aglutinantes (EN 14.618, 2011). Esses agentes aglutinantes podem ser: resinas poliméricas, cimentos hidráulicos ou mistura desses componentes desde que o processo de consolidação do material seja irreversível.

As rochas aglomeradas artificiais tem sido a principal concorrente das rochas naturais para o acabamento em obras civis (CHIODI FILHO, 2019). Observa-se que desde 2015 até os dias atuais, as importações de materiais rochosos artificiais vêm evoluindo no Brasil (ABIROCHAS, 2020). Com a queda de exportações e importações devido aos impactos da Covid-19, a importação de materiais artificiais será prejudicada, confirmando a necessidade de ampliação do desenvolvimento de rochas artificiais no Brasil.

As placas de rochas artificiais produzidas em trabalhos anteriores da literatura são em sua maioria constituídas com resíduo do processamento de rochas ornamentais como mármore e granito e com resina epóxi ou poliéster. Essas resinas utilizadas são tóxicas e de alto valor comercial, ao contrário da resina vegetal de mamona. Têm-se vantagens ao usar uma resina vegetal como a de mamona, pois atende as normas ambientais devido as condições que apresentam, porque não tem em sua composição materiais voláteis (solventes) e metais pesados, isentas de toxicidade e biodegradáveis.

Com o aumento da população mundial e da preocupação com o meio ambiente, faz-se necessário o aproveitamento dos resíduos, que até então seriam descartados, para a fabricação de produtos que possam ser inseridos no mercado novamente, dando-se ao contexto da economia circular. Uma fonte alternativa e de grande potencial econômico para as indústrias em um mercado globalizado e competitivo no setor de rochas, é a produção das placas de rochas aglomeradas artificiais com o uso de resíduos de rochas ornamentais e resina vegetal, materiais eco eficientes.

2. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é desenvolver rocha aglomerada artificial pelo processo de vibro-termo-compressão a vácuo utilizando resíduos do processamento da rocha ornamental, quartzito, e resina vegetal de mamona. Este trabalho visa contribuir para a normatização da utilização de resíduo de rochas ornamentais para a fabricação de rochas artificiais.

3. METODOLOGIA

Os materiais utilizados neste trabalho foram: resíduos de quartzito da extração e do beneficiamento, serragem por multifio, e resina poliuretana vegetal de mamona. O quartzito foi extraído no município de Pindobaçu na Bahia-BA e beneficiado na empresa localizada em Cachoeiro de Itapemirim no Estado do Espírito Santo - ES.

As rochas, das quais foram gerados os resíduos, são denominadas petrograficamente de “Quartzolitos” devido à presença de mais de 90% de quartzo em sua composição e são encontradas na forma de rochas brutas, com sua estrutura maciça e granulação grossa, geralmente trincada e de coloração branco leitosa. Mas, comercialmente, são denominadas de quartzitos.

O resíduo gerado da lavra foi cominuído por um moinho de cilindros para o fim de se obter granulações grossa e média. A granulometria fina utilizada veio “in natura” da empresa supracitada.

As placas de rochas aglomeradas artificiais foram preparadas utilizando três diferentes proporções granulométricas de resíduo mineral: grossa (# -8 Ø +25), média (# -25 Ø +230) e fina (#-230 Ø). A resina poliuretana vegetal de mamona utilizada da marca Imperveg foi preparada pela mistura de um componente A (prépolímero) e um componente B (poliól), conforme informado pelo fabricante. As placas foram fabricadas com 86% de resíduo de quartzito e 14% de resina poliuretana vegetal de mamona.

O resíduo utilizado para a fabricação das placas de rochas aglomeradas artificiais, foi seco em estufa a 70°C por 24 horas. Em seguida, a resina e o catalisador foram pesados e misturados em proporção indicada pelo fabricante. A mistura contendo um total de 1.100 gramas de resíduo e total de 154 gramas de resina, foi inserida dentro do misturador com o resíduo quente e seco e permaneceu por um tempo, a vácuo, até sua homogeneização. A massa pronta foi colocada em um molde de 200x200x20mm, e este submetido a vácuo, vibração e prensagem de 15 toneladas por 40 minutos. Posteriormente, realizou-se a pós cura.

Foi realizado ensaio de absorção de água nas placas produzidas. Para a realização do ensaio, as placas foram retiradas da estufa e permaneceram na temperatura ambiente por 24 horas. Foram preparados corpos de provas nas dimensões determinadas pelas normas técnicas referente a esse ensaio. O ensaio foi feito de acordo com a norma europeia UNE-EN 14617-1 (AENOR, 2013), utilizando 12 corpos de prova.

Primeiramente, os corpos de prova foram lavados com água e posteriormente foram colocados em estufa à temperatura de 70°C até atingir massa constante. Os corpos de prova foram pesados, obtendo a massa seca (Mo), com auxílio de uma balança Marte Científica, modelo AD 2000. Feito isso, os corpos de prova foram levados ao dessecador mantendo temperatura ambiente de 27°C. Depois de secos e pesados (Mo), os corpos de prova foram colocados em um recipiente plástico e lentamente foi adicionada água deionizada até os corpos de prova serem completamente submergidos e encobertos por 2 cm de água. Depois de 24 horas, os materiais foram retirados do recipiente com água deionizada, secados por um pano úmido e pesados.

A absorção de água (C) em porcentagem foi calculada de acordo com a equação:

$$C = 100 * \frac{Mt - Mo}{Mo} \quad (1)$$

Em que: Mo é a massa do corpo de prova depois de seco, em kilogramas e Mt é a massa do corpo de prova imergida em água, em kilogramas.

A Figura 1 mostra a placa de rocha aglomerada artificial produzida com 14% de resina vegetal de mamona e 86% de resíduo de quartzito, cortadas em tamanho de acordo com a norma europeia UNE-EN 14617-1 (AENOR, 2013) e identificadas, em um recipiente plástico encobertas por água deionizada.



Figura 1: Ensaio de absorção de água em placas de rochas artificiais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 mostra a placa de rocha aglomerada artificial fabricada com 86% de resíduo de quartzito e 14% de resina poliuretana vegetal de mamona. Observa-se que foi possível produzir uma placa de rocha artificial utilizando resíduo do processamento de rocha ornamental com uma resina vegetal sem a utilização de outra matéria prima ou reagente, obtendo um material com alto valor agregado e ecológico.

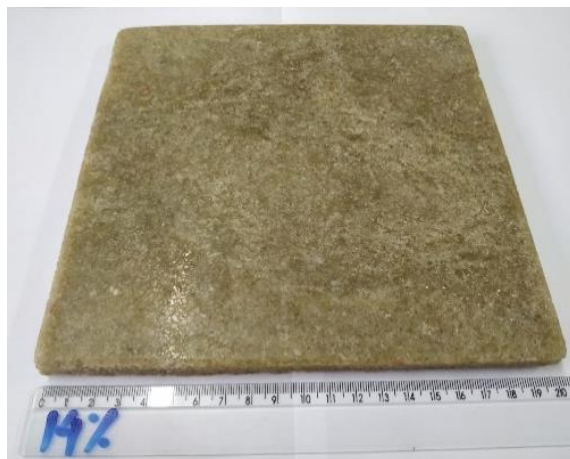


Figura 2: Placa produzida de rocha aglomerada artificial.

O valor obtido para a absorção de água das rochas produzidas foi de $0,14\% \pm 0,06$. O trabalho desenvolvido é inédito, utilizando resíduos de quartzito e resina vegetal, atóxica, diferente dos encontrados na literatura que utilizam resinas epóxi e poliéster usadas para a fabricação de rochas artificiais. A Tabela 1 mostra o valor da média e desvio padrão de resultados de absorção de água de alguns trabalhos encontrados na literatura, de produção de rochas artificiais. Em comparação com os autores da Tabela 1, exceto Lee (uso de resina epóxi), a placa de rocha artificial produzida apresentou melhor resultado, já que o índice de absorção de água foi menor, o que demonstra menor porosidade na placa da rocha produzida, conseqüentemente, mais compacta.

De acordo com as normas ABNT NBR 15844 (2015) e ASTM C615 (2018), o valor exigível de absorção de água para rocha natural de revestimento denominada de granito é abaixo de 0,40%. A rocha artificial produzida apresentou média do valor da absorção de 0,14%, menor que a da rocha natural e o valor mínimo da absorção foi de 0,04%. O processamento está sendo melhorado e espera-se um resultado ainda melhor, próximo a zero de absorção. A norma europeia não especifica o valor de absorção de água para as rochas artificiais e não existe normas brasileiras para as mesmas. Por conta disso, há um projeto no CETEM no Núcleo Regional do Espírito Santo, que visa desenvolver a metodologia brasileira para as rochas artificiais, do qual esse trabalho faz parte.

Tabela 1: Resultados de absorção de água de trabalhos de rochas artificiais encontrados na literatura.

Autor(es)	Absorção de água (%)
Lee, M. Y <i>et al.</i> , 2008.	0,01– 0,2
Ribeiro, C. E. G <i>et al.</i> , 2015.	$0,19 \pm 0,02$
Aguiar, M. C, 2016.	$2,00 \pm 0,19$
Gomes <i>et al.</i> , 2018.	$0,38 \pm 0,06$

5. CONCLUSÕES

Conclui-se que foi possível obter rocha artificial com resíduo de rocha ornamental e resina vegetal, sem a necessidade de colocar na massa nenhuma outra matéria-prima, tornando assim, um material ecológico e eficiente, com alto valor agregado e econômico, além de impulsionar o desenvolvimento sustentável. Além disso, o teste de absorção de água, mostrou que esse produto obteve um melhor resultado em comparação com outros trabalhos já realizados anteriormente e também em relação aos valores exigidos pelas normas americana e brasileira para rocha natural de revestimento, granito. Esse trabalho pode colaborar para diminuição do impacto ambiental, inserindo no mercado um novo material, ecológico.

6. AGRADECIMENTOS

Ao CETEM e seus colaboradores, especialmente a minha orientadora Monica Castoldi Borlini Gadioli e Mariane Costalonga de Aguiar, ao CNPq pela bolsa de iniciação tecnológica concedida (processo n. 139885/2019-6), a FAPES pelo financiamento dos projetos processos n° 80857019 e 84376732 e a empresa Petrus.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIROCHAS. Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais. **Balanco das Exportações e Importações Brasileiras de Rochas Ornamentais no 1º Trimestre de 2020**. Informe: 02/2020. Disponível em: <https://abirochas.com.br/wp-content/uploads/2020/04/Informe_02_2020_Primeiro_Trimestre_2020_v2.pdf>. Acesso em 25 de maio de 2020.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15844 – Rochas para revestimento - Requisitos para granito**. Rio de Janeiro, ago. 2015.

AENOR – ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. **UNE-EN 14617-1** – Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 1: Determinación de la densidad aparente y la absorción de agua, 2013.

AENOR- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. **UNE-EN 14618**. Piedra aglomerada: Terminología y clasificación. Madri – Espanha. 2011.

ASTM – American Society for Testing Materials. **ASTM C615/C615M-11 - Standard Specification for Granite Dimension Stone**. In: Annual Book of ASTM Standards, 2018.

CHIODI FILHO, C. **Balanco das exportações e importações brasileiras de rochas ornamentais em 2018**. Disponível em: <http://abirochas.com.br/wp-content/uploads/2018/06/Informes/Informe_01_2019_Balanco_2018.pdf>. Acesso em: 16 de junho de 2020.

GOMES, M. L. P. M., CARVALHO, E. A. S., SOBRINHO, L. N., MONTEIRO, S. N., RODRIGUEZ, R. J. S., VIEIRA, C. M. F. (2018). **Production and characterization of a novel artificial stone using brick residue and quarry dust in epoxy matrix**. Journal of Materials Research and Technology.

IMPERVEG. **Imperveg poliuretano vegetal**. Disponível em: <<http://imperveg.com.br/>>. Acesso em 18 de junho de 2020.

LEE, M.Y., KO, C.H., CHANG, F.C.; LO, S.L., LIN, J.D., SHAN, M.Y., LEE, J.C. (2008). **Artificial stone slab production using waste glass, stone fragments and vacuum vibratory compaction: Cement & Concrete Composites**, 30, 583–587.

RIBEIRO, C.E.G. (2011). **Produção de rocha artificial utilizando resíduo da indústria de mármore em matriz poliéster**. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais). Campos dos Goytacazes. RJ, UENF, 91 p.