

DESENVOLVIMENTO DE ROCHA AGLOMERADA UTILIZANDO RESÍDUO DE QUARTZITO E RESINA VEGETAL

AGGLOMERATED STONE DEVELOPMENT USING QUARTZITE WASTE AND VEGETABLE RESIN

Luan Bomfim Antunes

Aluno de Graduação em Engenharia de Minas, 10º período
Instituto Federal do Espírito Santo
Período PIBITI/CETEM: agosto de 2020 a julho de 2021
luanantunes95@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

Este trabalho o objetivo de desenvolver placas de rochas aglomeradas por meio do método de vibro termo compressão a vácuo, utilizando resíduos provenientes da lavra e beneficiamento de rochas ornamentais, visando obter um material de alto valor agregado e uma alternativa econômica e ecológica para os resíduos. Os materiais utilizados foram resíduos de quartzito (um resíduo representativo de lavra e um proveniente do beneficiamento do bloco da rocha utilizando tear multifio), e a matriz utilizada foi a resina a base de poliuretano vegetal oriundo do óleo da mamona. As placas foram produzidas com uma pressão de compactação de 3,6 MPa e utilizando-se uma proporção de 10% em peso de resina vegetal. A partir das placas foram preparados os corpos de prova nas dimensões utilizadas em cada um dos seguintes ensaios: densidade aparente, absorção de água, porosidade aparente e, resistência à flexão de três pontos. Os resultados mostraram que é possível produzir rocha aglomerada utilizando resíduos dos processos de rochas ornamentais e resina vegetal, sendo uma alternativa de destinação ambientalmente correta dos resíduos, que são gerados em milhões de toneladas, contribuindo assim para o desenvolvimento sustentável e inserção do setor na economia circular. Além disso, novos produtos podem ser incluídos no catálogo da indústria de rochas ornamentais.

Palavras chave: resíduo, resina vegetal, rochas aglomeradas.

ABSTRACT

This work aims to develop slabs of agglomerated stones using the vacuum vibro thermo-compression method, using wastes from the mining and processing of ornamental stones, in order to obtain a material with high added value and an economic and ecological alternative for the wastes. The materials used were quartzite waste (a representative mining waste and one from the processing of the stone block using a multiwire gang saw), and the matrix used was resin based on vegetable polyurethane from castor oil. The plates were produced with a compaction pressure of 3.6 MPa and using a proportion of 10% by weight of vegetable resin. From the plates, specimens were prepared in the dimensions used in each of the following tests: bulk density, water absorption, apparent porosity, and three-point flexural strength. The results showed that it is possible to produce agglomerated stone using wastes from the ornamental stone and vegetable resin processes, being an environmentally correct disposal alternative for wastes, which are generated in millions of tons, thus contributing to the sustainable development and insertion of the sector in the economy Circular. In addition, new products can be included in the ornamental stone industry catalogue.

Keywords: waste, vegetable resin, agglomerated stone.

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Abirochas (2020) o Brasil é o principal produtor de rochas ornamentais, sendo o quartzito nos últimos anos um dos materiais mais comercializados. Porém, em todo o processo produtivo desse tipo de material, uma grande quantidade de resíduos é gerada desde a extração até o produto acabado. Estima-se que na lavra e no beneficiamento de rochas ornamentais ocorrem perdas de matéria-prima que são da ordem de 83%. Para produzir 330 m² de chapas (média obtida de um bloco de 10 m³), são extraídos, em média, 30m³ de rocha maciça. Sendo que aproximadamente 20 m³ ficam na pedreira na forma de resíduos. (Vidal et al.,2014). Grande parte desses resíduos não tem destinação adequada, e muitas vezes são depositados em locais inadequados, proporcionando risco iminente de poluição ambiental, sendo de grande importância o aproveitamento desses resíduos para utilizá-los na produção de novos materiais, principalmente materiais compósitos.

O custo do descarte destes resíduos de maneira ambientalmente correta é alto. Isso motiva a busca por alternativas tecnológicas viáveis para utilizar esses resíduos industriais.

Portanto, a busca da minimização do impacto ambiental, como a minimização da geração de resíduos e a maximização do uso de recursos naturais não renováveis, é o princípio norteador de uma sociedade moderna e comprometida com a busca pelo desenvolvimento sustentável. Desta forma, esta pesquisa visa aproveitar de forma abrangente os resíduos gerados na etapa da extração e do beneficiamento do quartzito, e utilizar resina biodegradável, poliuretano vegetal oriundo do óleo de mamona para a produção de rochas aglomeradas artificiais. Além de contribuir com o meio ambiente, também agrega valor ao resíduo por meio do desenvolvimento de materiais tecnicamente viáveis e com boas perspectivas de mercado.

2. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é desenvolver rochas aglomeradas artificiais a partir de resíduos do processamento de rochas ornamentais, (quartzitos), e resina biodegradável de mamona, por meio de um processo de vibro termo compressão a vácuo, e por fim, verificar as propriedades físicas e mecânicas desses materiais. Este trabalho também contribui para a elaboração das normas para rochas aglomeradas que está sendo desenvolvidas pelo CETEM.

3. METODOLOGIA

Os materiais utilizados neste trabalho são: resíduos de quartzito, sendo um representativo a extração e um resíduo proveniente do beneficiamento (serragem utilizando tear multifio) e resina de poliuretano derivado do óleo de mamona. O quartzito é extraído na cidade de Pindobaçu na Bahia e beneficiado pela empresa Petrus LTDA, localizada em Cachoeiro de Itapemirim, no Espírito Santo.

Este resíduo foi processado em três granulometrias básicas, denominadas de grossa, média e fina, sendo o resíduo da extração processado para a obtenção das granulometrias grossa e média e o resíduo do beneficiamento, para a granulometria fina. Peneiramento e moagem em moinho de jarros foram realizados para diminuir o tamanho das partículas, dos resíduos da extração. Por outro lado, os resíduos do beneficiamento são realizados apenas por peneiramento. As frações utilizadas foram: abaixo de 8 mesh, 25 mesh e 230 mesh.

Para a obtenção das placas de rochas aglomeradas, os resíduos foram pesados em quantidade calculada para preencher o molde com a massa total de 1210 g, utilizando-se uma proporção de 10% em peso de resina vegetal. As placas obtidas têm dimensões de 200 x 200 x 10 mm. Na produção da rocha foi utilizado o método de vibro termo compressão a vácuo e uma pressão de compactação de 3,6 MPa. Em seguida, realizou-se a pós-cura.

Foram preparados trinta e um corpos de prova, com dimensões iguais a 100x100x10mm para a realização de em ensaios. Foram realizados ensaios para a determinação de densidade aparente, absorção de água e porosidade aparente, segundo a norma EM 14617-1 (AENOR, 2013).

Utilizou-se a norma espanhola, devido no Brasil ainda não ter normas para rochas aglomeradas. Essas normas estão sendo desenvolvidas também pelo CETEM.

Também foi realizado ensaio de resistência mecânica. O ensaio de resistência à flexão seguiu as diretrizes da EN 14617-2 (AENOR, 2008). Utilizaram-se cinco corpos de prova nas dimensões de 200x50x30mm. O ensaio foi executado a prensa hidráulica Forney, modelo F-502F-CPILOT com capacidade de 50 KN e taxa de carregamento de 0,0185 KN/s.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados de densidade aparente, porosidade aparente, absorção de água e resistência à flexão em três pontos, com média e desvio padrão, das placas de rocha aglomerada produzidas neste trabalho.

Tabela 1. Densidade, absorção de água, porosidade aparente e resistência à flexão em três pontos das rochas produzidas.

Propriedade	Rocha Artificial Desenvolvida
Densidade Aparente (g/cm ³)	2,462 ± 0,07
Absorção de Água (%)	0,16 ± 0,04
Porosidade Aparente (%)	0,40 ± 0,09
Resistência à flexão em três pontos (MPa)	27,26 ± 4,19

A densidade aparente obtida para a rocha aglomerada neste trabalho, determinada pelo método descrito na norma EM 14617- 1 apresentou um valor médio de 2,462 ± 0,07 g/cm³. O fabricante de quartzito artificial reporta valores de 2,2 a 2,4 g/cm³ (Ecologicstone, 2018). Deste modo, pode-se dizer que a densidade está compatível com os valores das rochas artificiais produzidas industrialmente.

Quanto à absorção de água, foram utilizadas as normas americanas e espanholas, pois não existem normas brasileiras para rochas artificiais e não há um limite definido para índices físicos. Assim, a ASTM C615 (2018) para rochas ornamentais, recomenda que o valor seja igual ou inferior a 0,20%. O valor determinado para as rochas produzidas foi de 0,16 ± 0,04%, que está dentro do limite recomendado, o que indica que a interconexão entre os poros e a percolação de água é baixa.

A porosidade aparente encontrada para as placas da rocha apresentou um valor médio de 0,40%. Chiodi e Rodriguez (2009) classificam que materiais de revestimento de alta qualidade devem ter porosidade abaixo de 0,5%, portanto, o resultado encontrado está abaixo deste valor.

No ensaio de resistência à flexão em três pontos das amostras da rocha artificial, o valor médio determinado foi de 27,26 ± 4,19 MPa, valor superior ao mínimo esperado para rocha a ser utilizada em revestimento. De acordo com a NBR 15844 (2015), a tensão de ruptura à flexão ser superior a 10 MPa para rochas de revestimento. Portanto, verifica-se o bom desempenho mecânico do material.

É importante ressaltar que esta pesquisa é de inovação tecnológica, utiliza resíduos de quartzito e resina vegetal, que é atóxica, diferenciando-se dos demais desenvolvedores de rochas artificiais comerciais, que utilizam resina epóxi e poliéster e ainda este pode contribuir para a competitividade ambiental dos setores envolvidos.

5. CONCLUSÕES

Pode-se concluir a partir dos resultados obtidos para os índices físicos que a rocha aglomerada produzida neste trabalho possui alta impermeabilidade. Em termos de resistência mecânica, o material possui alta resistência mecânica, o que comprova sua ampla gama de utilização.

Conclui-se, portanto, que além de produzir rocha aglomerada com propriedades tecnológicas adequadas ao seu uso, é uma alternativa de destinação ambientalmente correta para os resíduos, que são gerados em milhões de toneladas, contribuindo assim para o desenvolvimento sustentável e inserção do setor na economia circular. Além disso, novos produtos podem ser incluídos no catálogo da indústria de rochas ornamentais.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao CNPq pela bolsa concedida (processo nº 115367/2020-9), à Fapes (processo nº 84376732) pelo apoio financeiro, à empresa Pettrus LTDA, ao Prof. Carlos Eduardo do IFES-Cachoeiro e aos companheiros do CETEM pelo apoio a este trabalho.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

_____. **UNE-EN 14617** - Piedra aglomerada. Métodos de ensayo. Parte 2: Determinación de la resistencia a flexión, 2008.

ABIROCHAS - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS - **Balanco das Exportações e Importações Brasileiras de Rochas Ornamentais em 2020**. Disponível em: <<https://abirochas.com.br/balancos-nova>> Acesso em 09 jul. 2021.

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

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **C615/C615M**: Standard Specification for Granite Dimension Stone. United States, 2018. 2 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015. Rochas para Revestimento – Requisitos para Granitos - **NBR 15844**. Rio de Janeiro.

Chiodi CF, Rodriguez EP. **Guia de aplicação de rochas em revestimentos**. São Paulo: Abirochas, 2009. 118 p.

Ecologicstone. Disponível em: <<http://www.ecologicstone.com.br/pt/>> Acesso em: 10 jul. 2021.

Vidal, F.W. H.; Azevedo, H. C. A.; Fernández Castro, N. Tecnologia de rochas ornamentais: pesquisa, lavra e beneficiamento. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Centro de Tecnologia Mineral, 2014, p.435-490.