

Análise da influência do tipo de resina na fabricação de rochas aglomeradas

Analysis of the influence of the type of resin in the manufacture of agglomerated stones

L. M. Almeida¹; M. C. de Aguiar¹; M. C.B. Gadioli¹; R.M. Lima¹; A.D. Pedruzzi¹.

¹Centro de Tecnologia Mineral – Núcleo Regional do Espírito Santo - CETEM/MCTI

Endereço: Rodovia Cachoeiro x Alegre, Km 5, S/N

CEP: 29311-970, Cachoeiro de Itapemirim –ES

lahismenon18@gmail.com

Resumo

O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de rochas ornamentais do mundo, com isso, um dos problemas enfrentados por esse setor é a geração de resíduos. Dessa forma, estudos vêm sendo realizados para tentar encontrar alternativas de aproveitamento desses resíduos. Uma solução é a utilização para a fabricação de rochas aglomeradas, visando obter um material de alto valor agregado. As rochas aglomeradas são constituídas por uma alta porcentagem de agregado natural e uma pequena porcentagem de resina polimérica. Diferentes resinas podem ser utilizadas para a fabricação das rochas aglomeradas. Portanto, este estudo tem como objetivo produzir rochas aglomeradas em laboratório industrial utilizando resíduos de rochas ornamentais e resinas poliuretana vegetal e poliéster e posteriormente, avaliar suas propriedades físicas. As rochas aglomeradas foram fabricadas utilizando resíduos de quartzito e as resinas utilizadas para comparação foram a poliuretana vegetal e poliéster. Os índices físicos analisados foram a densidade, absorção de água e porosidade. Os resultados indicaram que os resíduos de rochas ornamentais demonstraram ser uma matéria-prima alternativa para a fabricação das rochas aglomeradas. Em relação às resinas utilizadas, as rochas apresentaram resultados de índices físicos similares, demonstrando que a resina poliuretana vegetal é uma excelente alternativa, uma vez que, é um produto renovável e sem toxicidade.

Palavras chave: rochas ornamentais, resíduos, resinas, rochas aglomeradas.

Abstract

Brazil is one of the largest producers and exporters of ornamental stones in the world, therefore, one of the problems faced by this sector is the generation of waste. Thus, studies have been carried out to try to find alternatives for the use of these wastes. One solution is to use agglomerated stones to manufacture, in order to obtain a material with high added value. Agglomerated stones are made up of a high percentage of natural aggregate and a small percentage of polymeric resin. Different resins can be used to manufacture agglomerated stones. Therefore, this study aims to produce agglomerated stones in industrial laboratory using ornamental stone wastes and vegetable polyurethane and polyester resins and subsequently, to evaluate their physical properties. The agglomerated stones were manufactured using quartzite waste and the resins used for comparison were vegetable polyurethane and polyester. The physical indices analyzed were density, water absorption and porosity. The results indicated that dimension stone wastes proved to be an alternative raw material for the manufacture of agglomerated stones. Regarding the resins used, the stones showed results of similar physical indexes, demonstrating that the vegetable polyurethane resin is an excellent alternative, since it is a renewable product and without toxicity.

Keywords: ornamental stones, wastes, resins, agglomerated stones.

1. INTRODUÇÃO

Na mineração de rochas ornamentais, durante os processos de extração e beneficiamento, ocorre uma grande geração de resíduos. Em um maciço rochoso de 30 m³, são aproveitados apenas 10 m³ em forma de bloco, o restante é armazenado na forma de resíduos. Esses resíduos normalmente são blocos fora de padrão, irregulares e com defeitos, pedaços de blocos, lascas de rochas e casqueiros. [1]

A geração de resíduos na mineração de rochas ornamentais vem se destacando como um problema ambiental. Com isso, o CETEM tem realizado estudos para o aproveitamento desses resíduos como alternativa ecológica de matéria prima para fabricação de novos materiais. [2, 3, 4, 5]

As rochas aglomeradas, também conhecidas como rochas artificiais ou rochas engenheiradas, têm ganhado relevância no mercado brasileiro. Elas podem ser utilizadas como material de acabamento em obras civis, devido a sua estética e qualidade. [2]

As exportações brasileiras de materiais rochosos artificiais, contabilizadas através das posições 6810.19.00 e 6810.99.00 no período janeiro-maio de 2022, somaram 4,5 mil t e US\$ 6,3 milhões, com variação de respectivamente 6,3% e 16,1% frente ao mesmo período de 2021, demonstrando uma crescente demanda das rochas aglomeradas pelo mercado internacional. [6]

Em razão das rochas aglomeradas serem utilizadas como material de revestimento interno e na fabricação de pias e bancadas, se torna necessário ter um maior conhecimento das propriedades físicas do produto, por meio de ensaios de caracterização tecnológica.

No Brasil, ainda não existe normas específicas para ensaios de caracterização tecnológica de rochas aglomeradas e o CETEM/NRES vem desenvolvendo um projeto de estudo pré normativo conforme o pacote de normas europeu EN 14617, com finalidade de submeter futuramente à ABNT normas de ensaios para esses materiais.

Este estudo tem como objetivo produzir rochas aglomeradas em laboratório industrial utilizando resíduos de rochas ornamentais e resinas poliuretana vegetal e poliéster e posteriormente, avaliar suas propriedades físicas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Produção de rochas aglomeradas com resina Poliuretana Vegetal e resina Poliéster

Para a fabricação das rochas aglomeradas foi utilizado como agregado natural os resíduos de rochas ornamentais oriundos da extração e do beneficiamento (tear multifio). Os resíduos provenientes da lavra, identificados como casqueiro, foram britados e moídos em um moinho de rolos. Em seguida, o material foi peneirado para a obtenção de partículas grossas (2,38 mm de diâmetro até 2,00 mm) e médias (2,00 mm de diâmetro até 0,063 mm). O resíduo do tear multifio representou a fração fina (diâmetro menor do que 0,063 mm). As rochas foram produzidas utilizando 66% de partículas grossas, 17% de partículas médias e 17% de partículas fina.

Foram fabricados dois tipos de rochas aglomeradas em laboratório industrial, uma utilizando a resina poliéster e outra a resina poliuretano vegetal (PUV) oriunda do óleo de mamona. A resina PUV é bicomponente, isenta de solventes, estabelecida pela mistura

de um componente A (pré-polímero) e um componente B (poliól), com características de impermeabilidade, elasticidade e estabilidade físico-química.

Os resíduos foram colocados no misturador juntamente com a resina para ser homogeneizado, na proporção em peso de 90% do resíduo de 10% de resina. Logo após, a mistura foi colocada em um molde e encaminhada à prensa para compactação dos grãos. Retirada da prensa, a placa foi posta em uma estufa para a cura da resina. A placa de rocha aglomerada foi produzida nas dimensões de 300 x 300 mm e 30 mm de espessura.

2.2. Realização dos ensaios de índices físicos

Para medição da densidade aparente, da absorção de água, foi utilizado a norma EN 14617-1 [7]. A porosidade foi definida com base nas variáveis obtidas ao decorrer da realização do ensaio de densidade aparente e absorção de água, segundo a metodologia utilizada na EN 14617-1 [7]. Para realização dos ensaios as placas foram cortadas em corpos de prova de 100 x 100 mm.

Primeiramente, os corpos de prova foram colocados para secar em uma estufa a (70 ± 5) °C até alcançar massa constante durante um intervalo de (24 ± 1) h. Alcançada a massa constante, os corpos de prova foram armazenados em dessecador até atingirem a temperatura ambiente e em seguida pesados, obtendo-se assim a massa seca (M_{sec}).

Depois, os corpos de prova foram colocados em uma bandeja e ficaram submersos e cobertos por 2 cm de água em um período de (48 ± 1) h. As placas foram retiradas da água, secas com pano úmido e pesadas individualmente no ar (M_{sat}). Após a determinação do M_{sat} , cada amostra foi imersa na água e pesada, para a determinação da massa submersa (M_{sub}). Dessa forma, foi possível calcular a densidade aparente (M_v), a absorção de água (C) e a porosidade (η) por meio das Equações 1, 2 e 3, respectivamente.

$$M_v = \frac{M_o \cdot \rho_{H_2O}}{(M_t - M_a)} \quad (A)$$

$$C = \frac{100 \cdot (M_t - M_o)}{M_o} \quad (B)$$

$$\eta = \left(\frac{M_{sat} - M_{sec}}{M_{sat} - M_{sub}} \right) 100 \quad (C)$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A **Tabela I** apresenta os resultados obtidos por meio dos ensaios de densidade aparente, absorção de água e porosidade realizadas nas rochas aglomeradas produzidas com resina poliuretana vegetal (PUV) e poliéster.

Tabela I: Índices físicos das rochas aglomeradas produzidas com resina PUV e poliéster.

Ensaio	PUV	Poliéster
Densidade Aparente (g/cm ³)	2,00±0,02	2,12±0,08
Absorção D'água (%)	0,98±0,07	0,59±0,30
Porosidade Aparente (%)	1,91±0,14	1,24±0,60

Nota-se pela **Tabela I** que os resultados encontrados para os índices físicos das rochas aglomeradas produzidas utilizando a resina PUV e Poliéster foram semelhantes. A rocha aglomerada produzida pela resina PUV apresenta uma densidade inferior por conta do tipo da resina. A densidade da resina PUV é de 1,08g/cm³ enquanto a resina poliéster apresenta um valor de densidade de 1,18g/cm³. [2]

De acordo com Agrizzi et al. [2], as propriedades físicas das rochas aglomeradas produzidas com a resina poliuretana também foram próximos com as propriedades físicas das rochas produzidas com a resina epóxi.

A norma EN 14617-1 de rocha aglomerada não especifica valores máximos de absorção de água, apenas o método de ensaio. Com isso, os valores encontrados foram comparados com os da rocha natural e, de acordo com a norma NBR 15844 [8], os valores estabelecidos de absorção de água devem ser no máximo de 0,4%. Nota-se que a absorção de água, apresentada na Tabela I foi superior ao estabelecido para rochas naturais. Esta alta absorção pode estar associada a uma possível baixa pressão exercida no material, fazendo com que os resíduos não fiquem devidamente compactados e que a resina não preencha todos os poros presentes entre os grãos. Dessa forma, resulta em um material poroso e com uma absorção de água superior ao da rocha natural.

4. CONCLUSÕES

Conclui-se então que, a utilização dos resíduos de rochas ornamentais para produção de rochas aglomeradas é uma boa alternativa para o aproveitamento dos resíduos. Dessa forma contribui para economia circular, uma vez que, ao invés de ser depositados em aterros esses resíduos são transformados em materiais de alto valor agregado.

Verificou-se também que o tipo de resina não exerceu uma influência direta na qualidade do material produzido. Assim, a preferência pela resina PUV se deve pelo fato de ser uma resina renovável e com baixa toxicidade.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CETEM e aos seus colaboradores, CNPQ e a FAPES (processo n° 84376732).

6. REFERÊNCIAS

[1] VIDAL, F. W. H., AZEVEDO, H. C. A. & CASTRO, N. F. Tecnologia de rochas ornamentais: pesquisa, lavra e beneficiamento. Centro de Tecnologia Mineral. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 700p. 2014.

[2] AGRIZZI, C. P.; CARVALHO, E. A. S.; GADIOLI, M. C. B.; BARRETO, G. N. S.; AZEVEDO, A. R. G.; MONTEIRO, S. N.; VIEIRA, C. M. F. Comparison between synthetic and biodegradable polymer matrices on the development of quartzite waste-based artificial stone. Sustainability, v. 14, n. 11, p. 1-18, 2022.

[3] ANTUNES, L. B., GADIOLI, M. C. B., & AGUIAR, M. C. D. (2020). Desenvolvimento de rochas artificiais eco eficientes com resíduos de rochas ornamentais. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/2356/1/Luan%20Bomfim%20Antunes.pdf> Acesso em jul. 2022.

[4] MARDEGAN, Bruno; GADIOLI, Mônica Castoldi Borlini; AGUIAR, Mariane Costalonga de. Determinação da resistência ao choque térmico da rocha aglomerada produzida com resíduos de quartzito e resina vegetal. 2022.RIBEIRO, C. E. G. Produção de Rocha Artificial utilizando resíduo da indústria de mármore em matriz poliéster. 2011.

[5] (RIBEIRO, et al. 2014; AGRIZZI, et al. 2022; FERNANDES, et al. 2020; ANTUNES, et al. 2020).

[6] ABIROCHAS - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS - Balanço das Exportações e Importações Brasileiras de Rochas Ornamentais em 2022.

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

[8] NBR 15844 – Rochas para revestimento - Requisitos para granito. Rio de Janeiro, ago. 2015.