

ANÁLISE DA CARACTERIZAÇÃO RESÍDUO-RESINA PARA A PRODUÇÃO DE ROCHAS AGLOMERADAS

ANALYSIS OF THE WASTE-RESIN CHARACTERIZATION FOR THE PRODUCTION OF AGGLOMERATED STONES

Caio Otávio Raposo de Oliveira

Aluno de Graduação da Engenharia Química, 9º período, Universidade Federal do Espírito Santo-UFES
Período PIBITI/CETEM: novembro de 2022 a agosto de 2023
caioroliveira@gmail.com

Mariane Costalonga de Aguiar

Orientadora, Química, D.Sc.
maguiar@cetem.gov.br

Mônica Castoldi Borlini Gadioli

Coorientadora, Engenheira Química, D.Sc.
mborlini@cetem.gov.br

RESUMO

O Brasil é um dos maiores produtores de rochas ornamentais do mundo e, nos últimos anos, com o aumento da produção do setor, a quantidade de resíduos gerados vem crescendo significativamente, o que impacta diretamente o meio ambiente. Dessa forma, há uma necessidade das empresas de rochas ornamentais em encontrar alternativas viáveis para aplicação desses resíduos. Visando o aproveitamento dos resíduos e amenizar os efeitos negativos do descarte dos mesmos, o objetivo deste trabalho foi analisar possíveis interações dos resíduos de rochas ornamentais provenientes beneficiamento com a resina poliuretana vegetal, oriunda do óleo de mamona, além de, caracterizar as matérias-primas usadas na fabricação de rochas aglomeradas. Para este trabalho foi utilizada a análise de Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR) para identificar os grupos funcionais presentes na estrutura dos materiais. Os resultados indicaram que não houve diferenças significativas entre as amostras minerais estudadas, e a resina polimérica apresentou características similares às presentes na literatura.

Palavras-chave: rochas ornamentais, resina polimérica, caracterização, FTIR.

ABSTRACT

Brazil is one of the largest producers of ornamental stones in the world and, in the last years, with the increase in production in the sector, the amount of waste generated has grown significantly, which directly impacts the environment. Thus, there is a necessary for ornamental stone companies to find viable alternatives for the application of these wastes. In order to take advantage of waste and mitigate the negative effects of their disposal, the objective of this work was to analyze possible interactions of ornamental stone waste from mining and the filter press with vegetable polyurethane resin, derived from castor oil, in addition to characterizing the raw materials used in the manufacture of agglomerated stones. For this work, Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) analysis was used to identify the functional groups present in the structure of the materials. The results indicated that there were no significant differences between the mineral samples studied, and the polymeric resin presented characteristics similar to those found in the literature.

Keywords: ornamental stone, polymeric resin, characterization, FTIR.

1. INTRODUÇÃO

A utilização de rochas ornamentais vem se ampliando cada vez mais, e esse aumento na demanda reflete diretamente em um aumento na escala de extração e beneficiamento nesse setor. Somente no período entre janeiro e maio de 2023, o Brasil exportou 703,8 mil toneladas de rochas, faturando US\$ 427,3 milhões, sendo os EUA os principais compradores, seguidos de China, Itália e México (ABIROCHAS, 2023).

Devido à alta produção de rochas ornamentais, há uma grande geração de resíduos, que são depositados em aterros. Com isso, uma alternativa para a utilização desses resíduos é na fabricação de rochas aglomeradas, diminuindo-se assim a quantidade de resíduos descartados e utilizando-os como matéria prima para a fabricação de um produto de alto valor agregado (GADIOLI et al., 2021).

As rochas aglomeradas são amplamente utilizadas no setor de construção civil, incluindo acabamentos internos em residências, revestimentos, entre outros. Sua composição é formada por agregados naturais, como partículas de mármore, areias de quartzo, granito, cristais de vidro, e também por agentes aglutinantes, como resinas poliméricas, cimentos hidráulicos ou uma mistura de ambos (AENOR, 2011). A qualidade do produto final está atrelada à interação adequada entre resíduo e aglutinante, que idealmente deve promover um aumento nas propriedades mecânicas do mesmo (AENOR, 2011).

As resinas poliméricas mais utilizadas na produção de rochas aglomeradas são as resinas epóxi ou poliéster, que possuem alta toxicidade e não se degradam facilmente. De forma a se evitar tais desvantagens, é comum se utilizar resinas vegetais, como por exemplo, o poliuretano proveniente do óleo de mamona, que é um composto biodegradável livre de metais pesados e de substâncias voláteis tóxicas (IMPERVEG, 2023).

Dessa forma, faz-se necessário realizar de forma detalhada a caracterização das matérias-primas envolvidas na produção das rochas aglomeradas, assim como utilizar de análises como a Espectroscopia no Infravermelho médio por Transformada de Fourier (FTIR) para auxiliar na identificação de grupos funcionais e compostos presentes nas amostras estudadas.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi analisar possíveis interações dos resíduos de rochas ornamentais provenientes do beneficiamento com a resina poliuretana vegetal, oriunda do óleo de mamona, além de, caracterizar as matérias-primas usadas na fabricação de rochas aglomeradas, por meio de técnicas de espectroscopia no Infravermelho médio por Transformada de Fourier (FTIR).

3. METODOLOGIA

Foram utilizados nesse estudo os resíduos provenientes do processo de beneficiamento do quartzito, uma rocha ornamental. Esses resíduos foram coletados em uma empresa situada na cidade de Cachoeiro de Itapemirim-ES. O primeiro resíduo, conhecido como "casqueiro", foi obtido por meio do esquadrejamento dos blocos. Esse resíduo apresenta uma granulometria mais grossa. O segundo tipo de resíduo analisado, que apresenta uma granulometria mais fina, foi coletado do filtro prensa, que é uma das últimas etapas do processo de beneficiamento. As Figuras 1 e 2 mostram os resíduos utilizados.



Figura 1: Resíduos de rocha ornamental proveniente da extração.



Figura 2: Resíduos de rocha ornamental proveniente do filtro prensa.

Produção das placas de rochas aglomeradas

Os resíduos foram utilizados para produção das rochas aglomeradas. Foram produzidas duas placas de rochas aglomeradas. A primeira placa consiste como matéria prima somente o casqueiro que foi moído e peneirado para se obter três diferentes faixas granulométricas: grosso (2,38 a 0,707 mm), médio (0,707 a 0,063 mm) e fino (<0,63 mm). Já a segunda placa, manteve-se as mesmas faixas granulométricas, entretanto, a única diferença é que o resíduo fino foi proveniente do filtro prensa.

As rochas aglomeradas seguiram as seguintes proporções: 66% de grosso, 17% de médio e 17% de fino. Os resíduos foram misturados com uma resina a base de poliuretano vegetal (originado do óleo de mamona), que foi preparada na proporção 1 de pré-polímero (A) para 1,2 de polioli (B). A composição das rochas aglomeradas produzidas consiste em 90% de resíduos e 10% de resina.

A rocha foi produzida pelo método de vibro-termo-compressão a vácuo, onde a carga mineral e a resina foram submetidas a uma prensagem de 33,3 MPa em uma temperatura de 70°C, com vibração e vácuo, por um período de 40 min. Após esse período foi realizado a cura da resina em uma estufa a 60°C durante três dias e 80°C durante um dia.

Caracterização das amostras

Após as amostras serem preparadas, foi realizada a caracterização por meio da análise de Espectroscopia no Infravermelho médio por Transformada de Fourier (FTIR) dos resíduos, da resina e nas rochas aglomeradas fabricadas.

As análises de infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR) foram realizadas sobre cinco amostras, nomeadas de A1 até A5, sendo elas: A1- resíduo do filtro prensa, A2 - resíduo do casqueiro, A3 - fração retirada da rocha aglomerada usando como resíduo fino o casqueiro, A4 - fração retirada da rocha aglomerada usando como resíduo fino o filtro prensa, A5- resina poliuretana oriunda do óleo de mamona. O equipamento utilizado foi do modelo Tensor 27 da marca Bruker situado na Universidade Federal do Espírito Santo–UFES. A análise foi conduzida em espectrofotômetro na faixa do infravermelho médio (4000 - 600 cm^{-1}), sendo executadas 32 varreduras. Para a análise das amostras foi utilizada a técnica denominada refletância total atenuada (ATR).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores obtidos das análises FTIR foram ilustradas no formato de gráficos, nas Figuras 3 e 4. A leitura dos resultados baseia-se na identificação das bandas formadas a partir de variações percentuais de transmitância para uma faixa de comprimentos de onda, e também na comparação das mesmas com faixas já estabelecidas na literatura.

Analisando-se a Figura 3, é possível identificar as semelhanças no comprimento de onda de 1050 cm^{-1} , que indica presença de quartzito, com predominância de SiO_2 , por meio da banda bem definida nessa região e também que há uma ligação simples entre carbono e oxigênio, indicando a presença de um éter (LOPES; FASCIO, 2004). Os resultados das amostras A1 e A2 foram semelhantes, o que não indica diferenças em composição ou configuração molecular. Porém, percebe-se a diferença entre as amostras A3 e A4, que representam as rochas aglomeradas utilizando dois tipos de resíduo fino. Houve uma diminuição considerável da transmitância entre a faixa de 3200 e 3400 cm^{-1} para a amostra da Figura 3c, que denota uma associação polimérica entre componentes, além de indicar a presença de carbono com hibridização sp^3 . Como a intensidade da banda se relaciona com a concentração polimérica, é possível que a porção analisada da amostra A3 possuísse uma maior concentração de resina, quando comparada com a amostra A4, e isso pode ter influenciado os resultados, já que não houve discrepâncias entre o uso do pó de quartzito do casqueiro e do filtro prensa.

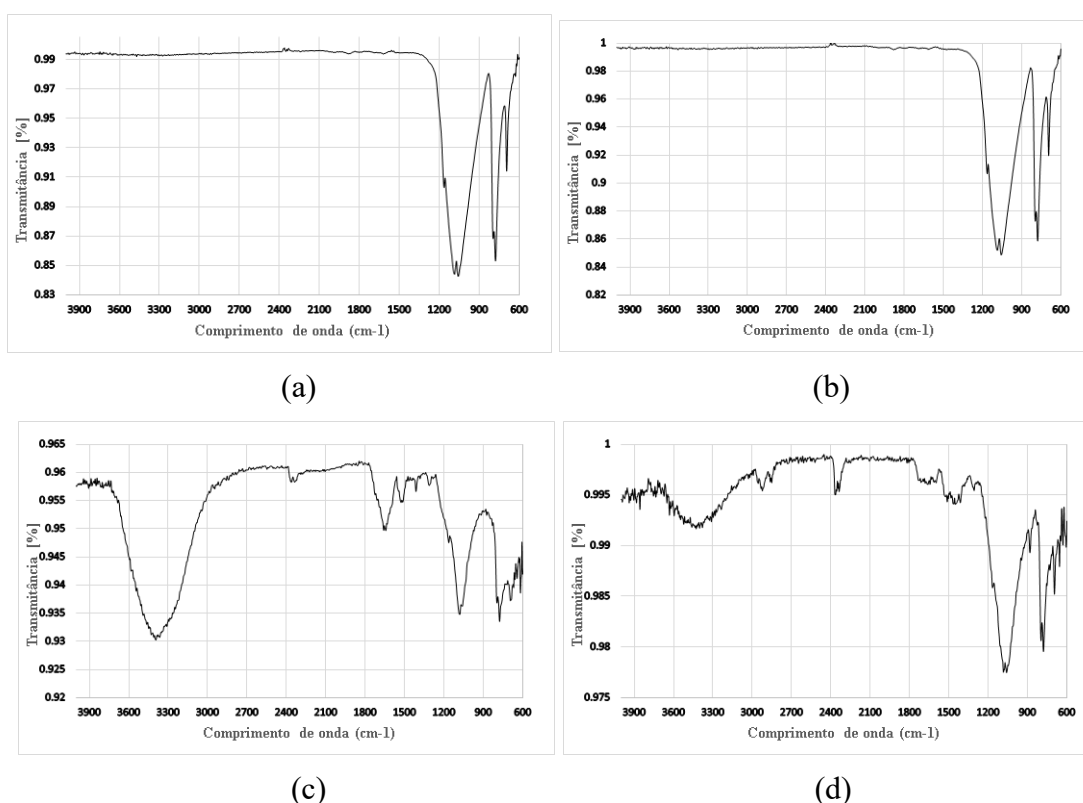


Figura 3: Resultado do FTIR das amostras A1 (a), A2 (b), A3 (c) e A4 (d).

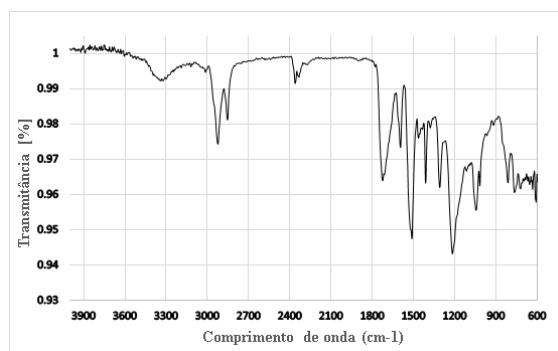


Figura 4: Resultado do FTIR da amostra A5.

É esperado que o espectro de materiais orgânicos, como o caso dos polímeros, gere um maior número de bandas do que componentes minerais, devido principalmente à presença de ligações mais complexas em materiais orgânicos, e também à maior cristalinidade por parte dos minerais. A Figura 4 ilustra bem esse fato, e a partir da mesma é possível identificar algumas funções orgânicas e ligações presentes na amostra de resina de poliuretano (A5). As duas bandas próximas aos comprimentos de onda de 1150 cm^{-1} e 1350 cm^{-1} indicam a presença de grupos aril-alquil amina, que contém uma ligação simples entre carbono e nitrogênio. A banda próxima de 1200 cm^{-1} já indica a presença de grupos aril-alquil éter, que por sua vez denota uma ligação simples entre carbono e oxigênio. Por fim, nota-se a presença de duas bandas fracas entre 2700 e 2900 cm^{-1} , que permite a identificação de carbonos com a configuração de sp^3 , e, portanto, se trata de um alcano (LOPES; FASCIO, 2004). O resultado apresentado mostrou-se semelhante a outros estudos envolvendo resinas poliméricas, com formatos de bandas e comprimentos de onda próximos.

5. CONCLUSÕES

Após a análise dos resultados gerados é possível concluir que os resíduos de quartzitos provenientes do casqueiro e do filtro prensa apresentaram um comportamento similar quando analisados separadamente. Porém, ao se analisar as rochas aglomeradas, notou-se uma discrepância na faixa de comprimento de onda entre 3200 e 3400 cm^{-1} , o que sugere que a concentração de resina nas porções analisadas foi diferente, gerando assim uma mudança na banda gerada no gráfico. Os demais resultados se mostraram coerentes com relação à estudos semelhantes que envolvem essas análises e materiais.

6. AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPQ, processo número 159629/2022-5, pelo apoio financeiro e pela bolsa de iniciação científica concedida e à UFES, especialmente à Prof.^a Lilian Gasparelli Carreira e ao Prof. Demetrius Profeti, pelo apoio e realização das análises de FTIR.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIROCHAS – Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais. Balanço das Exportações e Importações de Rochas – Janeiro a Maio de 2023. Disponível em: <<https://abirochas.com.br/balancos>> Acesso em junho. 2023.

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

GADIOLI, M.C.B.; AGUIAR, M.C.; GIORI, A.N.; PAZETO, A.A.; FERNANDES, M.C.S. Rochas aglomeradas: uma alternativa tecnológica e ambiental para a utilização dos resíduos de rochas ornamentais. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2021. (Série Tecnologia Ambiental, 115).

IMPERVEG. Imperveg poliuretano vegetal. Disponível em: <<http://imperveg.com.br/>>. Acesso em 21 de junho de 2023.

LOPES, W.A.; FASCIO, M. Esquema para interpretação de espectros de substâncias orgânicas da região do infravermelho. Química Nova, vol.27, p.670-673, 2004.