

GERAÇÃO DE PLACAS INFORMATIVAS PARA MONUMENTOS CONSTITUÍDAS DE RESÍDUOS DE PEGMATITO E RESINA POLIURETANA

GENERATION OF PLATES FOR MONUMENTS FORMED BY PEGMATITE WASTE AND POLYURETHANE RESIN

Rayara Silva dos Santos

Aluna de Graduação de engenharia de materiais, 6º período, UFRJ.

Período PIBITI/CETEM: maio de 2021 a julho de 2021

rayara.ssantos@gmail.com

Roberto Carlos da Conceição Ribeiro

Orientador, Engenheiro Químico, D.Sc.

rcarlos@cetem.gov.br

Maiccon Martins Barros

Co-orientador, Engenheiro civil, M.Sc.

mmb Barros@cetem.gov.br

RESUMO

Grandes cidades como o Rio de Janeiro sofrem com furtos de peças em bronze e ferro fundido, que constituem partes de monumentos tombados originando perdas irreparáveis para a manutenção da memória artística da cidade. Dessa forma, torna-se um desafio criar materiais de alta resistência e que não despertem o interesse econômico. Desta forma, o presente trabalho tem por objetivo a geração de uma placa contendo 70%, em massa, de resíduos de pegmatitos ornamentais e poliuretano para fins de utilização em monumentos públicos. O resíduo foi caracterizado por FRX e DRX e a placa foi produzida por prensagem a temperatura ambiente e submetida a ensaio mecânico de impacto, antes e após, exposição ao SO₂, NaCl e raios-UV. Os resultados indicaram que a adição da carga mineral diminui a absorção de água e porosidade, de 10% para 2%, e um ganho de 6 vezes a resistência ao impacto. Além disso, por possuir quantidade substancial de mica em sua composição, o resíduo conferiu aspecto brilhante ao compósito, similar às placas de bronze, podendo ser aplicado na confecção dos monumentos que ora eram de bronze, sem despertar o interesse econômico.

Palavras chave: resíduo de pegmatito, resina de mamona, monumentos tombados.

ABSTRACT

Cities such as Rio de Janeiro suffer from theft of bronze and cast iron pieces that constitute parts of fallen monuments, resulting in irreparable losses for the maintenance of the city's artistic memory. Thus, it becomes a challenge to create high-resistance materials that do not trigger economics. Based on this, the present work aims to generate a plate containing 70% by mass of ornamental pegmatite and polyurethane residues for use in public monuments. The residue was characterized by FRX and DRX and the plate was subjected to mechanical impact test, before and after exposure to SO₂, NaCl and UV rays. The results indicated that the addition of mineral filler decreases water absorption and porosity, from 10% to 2%, and a gain of 6 times the impact strength. In addition, as it has a substantial amount of mica in its composition, the residue gives the composite a shiny appearance, similar to bronze plates, and can be applied in the making of monuments that were now made of bronze, without arousing economic interest.

Keywords: Pegmatite residue, castor bean resin, monuments.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa hoje o 4º lugar no *ranking* de roubo de obras culturais. Nos últimos roubos e furtos mais de 6 mil peças raras desapareceram devido à falta de segurança em diversos locais do país. O roubo de bens artísticos e do patrimônio histórico já é o terceiro delito mais rentável no mundo, depois do tráfico de armas e de drogas e movimentou US\$ 4 bilhões em 2019, segundo a Interpol (Trindade, 2019).

No Rio de Janeiro os furtos de placas e esculturas de bronze e ferro fundido nos cemitérios, tornou-se frequente, pois possuem valor econômico para a população de rua, que as vendem em ferros velhos. Segundo reportagem da TV Record, em 2018 uma dupla foi presa no cemitério do Caju não só furtando as esculturas, como também dentes de ouro e peças de titânio e platina dos falecidos (TV Record, 2018).



Figura 1. Situação dos túmulos no cemitério do Caju – RJ, sem imagens e placas de bronze.

Um exemplo recente da dilapidação do patrimônio ocorreu durante o mês de abril de 2019, onde a estátua de Noel Rosa (Figura 2) em Vila Isabel, bairro na Zona Norte do Rio de Janeiro, teve suas peças roubadas constantemente. O monumento, que mostra o compositor sentado em um bar, sendo servido por um garçom, teve a mesa e o encosto da cadeira roubados e quatro dias depois, da estátua do garçom só sobravam os pés e uma pequena parte das pernas e a escultura de Noel ficou sem o braço esquerdo (G1, 2019).



Figura 2. Antes e depois da escultura de Noel Rosa (G1, 2019).

Diante dessa problemática, estudos para a geração de novos materiais com possibilidade de sanar tal problema é de suma importância e, sendo o Brasil um dos maiores produtores em escala mundial de rochas ornamentais (ABIROCHAS, 2020), gerando uma quantidade substancial de resíduos diariamente (>70%), desde a lavra ao beneficiamento das rochas, torna-se possível estudar a utilização desses resíduos como cargas em matrizes poliméricas para geração desses novos materiais.

2. OBJETIVO

Este trabalho teve como objetivo a incorporação de resíduos oriundos do beneficiamento de pegmatitos na matriz do poliuretano para a geração de placas informativas para serem afixadas em monumentos públicos.

3. METODOLOGIA

3.1. Características dos Materiais Utilizados

O resíduo de rocha ornamental utilizado nesse trabalho é oriundo da extração e do beneficiamento de Pegmatitos Ornamentais do Estado da Paraíba e o polímero utilizado foi uma resina vegetal poliuretana derivada do óleo de mamona com densidade de $1,02 \text{ g.mL}^{-1}$.

3.2. Caracterização Química e Mineralógica do Resíduo

Foram feitas análises, química e mineralógica do resíduo de muscovita, utilizando as técnicas de Fluorescência de Raios-X (FRX) e Difração de raios-X (DRX), nos laboratórios da Coordenação de Análises Mineraias (COAM) do CETEM.

3.3. Processamento dos Compósitos

Como estudo de aplicação desse tipo de resíduo fora estudado por Lacerda e Ribeiro (2017), que verificaram melhor desempenho mecânico na proporção 70/30 (resíduo/polímero), optou-se por esse teor na geração da placa.

O resíduo foi previamente seco em estufa com circulação forçada de ar na temperatura de 80°C por 24 horas para a retirada de umidade. Após essa etapa foi armazenado em dessecador por mais 24 horas e misturado na matriz da resina líquida, em misturador mecânico a 200 r.p.m., sendo a mistura vertida em formas, prensada e seca à temperatura ambiente por 24h.

3.4. Índices Físicos

Este ensaio possibilita a determinação da porosidade, absorção de água e massa específica, sendo realizado baseado na norma ABNT-NBR 12766.

3.5. Ensaio mecânico – Impacto Izod

Os copos de prova foram submetidos ao ensaio de impacto segundo ASTM D256 antes e após a ação do intemperismo. Esse intemperismo foi simulado em câmaras de exposição ao SO_2 (NBR 8096), aos raios-UV (ASTM G 53/1984) e a névoa salina (NBR 8094).

3.6. Geração do Protótipo

Para geração do protótipo realizou-se a mistura 70/30 (resíduo/PU), que foi prensada e moldada com o auxílio de um molde metálico adaptado a uma máquina universal de ensaios EMIC, modelo DL-3000 com célula de carga de 30 kN. A placa foi produzida após um tempo total de cura de aproximadamente 24 horas a temperatura ambiente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização Química e Mineralógica do Resíduo

A análise química do resíduo indicou teores de sílica em torno de 60% e alumina em torno de 20%, 5 % de K_2O e cerca de 1% de ferro, que correspondem aos principais elementos constituintes dos minerais mais abundantes nos pegmatitos. O difratograma de raios-X, indicou a presença dos minerais caulinita, quartzo, muscovita.

4.2. Índices Físicos

Os índices físicos indicaram que o compósito apresentava massa específica de $1,20 \text{ g.mL}^{-1}$ e absorção de água porosidade de 2%. Tais resultados são satisfatórios, pois o polímero puro apresenta $1,02 \text{ g.mL}^{-1}$, indicando que a adição de 70%, em massa, de carga pouco afetou na densidade do material, caracterizando-o como leve e de fácil manuseio. Já os valores de absorção de água e porosidade, que eram em torno de 10%, foram reduzidos para 2%, indicando a ocupação dos poros pelo resíduo mineral e indicando que o compósito apresentará maior resistência aos intempéries.

4.3. Caracterização Mecânica dos Compósitos.

Em relação à resistência mecânica, o material apresentou valor de resistência ao impacto de 30 J.m^{-1} , valor este seis vezes maior que o valor obtido para o polímero puro, indicando o aumento de resistência mecânica significativa. Após a ação da névoa salina SO_2 e umidade os valores de resistência encontraram-se em torno de 30 J.m^{-1} indicando alta resistência às intempéries.

4.4. Protótipo

A Figura 3 apresenta o protótipo, medindo $20 \times 10 \times 2 \text{ cm}$, com possível recorte a laser da palavra CETEM e impressão de QR-Code ilustrativo para informações científicas e históricas do monumento.



Figura 3. Protótipo da placa comemorativa.

5. CONCLUSÕES

Conclui-se que a inclusão de 70%, em massa, de resíduos de pegmatitos na matriz do PU de mamona aumenta a resistência mecânica do material em 600%, mesmo após a ação de intempéries. Além disso, há diminuição drástica dos valores de absorção de água e porosidade, ambos de 10 para 2%. Verifica-se também pouca alteração nos valores de massa específica ($1,2 \text{ g.mL}^{-1}$), indicando a possibilidade de se gerar um material resistente, leve e com baixos valores de porosidade e absorção de água, o que facilitaria a remoção para limpeza, além de não apresentar valor comercial para ser furtado.

6. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa de iniciação científica, ao CETEM e INT pela infraestrutura.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIROCHAS (2020), https://abirochas.com.br/wp-content/uploads/2021/02/Informe-01_2021-Balanco-2020.pdf

ABNT NBR 8094:1983, Material metálico revestido e não revestido - Corrosão por exposição à névoa salina - Método de ensaio.

ABNT NBR 8096:1983 Material metálico revestido e não-revestido - Corrosão por exposição ao dióxido de enxofre - Método de ensaio

ASTM G53, Standard Practice for Operating Light-and Water-Exposure Apparatus (Fluorescent UV-Condensation Type) for Exposure of Nonmetallic Materials

ASTM D256 - 10(2018) Standard Test Methods for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics.

LACERDA, G.F. e Ribeiro, R.C.C., (2017). Produção de órteses cranianas para bebês utilizando poliuretano e mica, XXV– Jornada de Iniciação Científica-CETEM.

TRINDADE, J., (2019). Lapidação dos acervos públicos, Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan).

<https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2019/04/16/criminosos-roubam-pedacos-da-estatua-em-homenagem-a-noel-rosa-em-vila-isabel-na-zona-norte-do-rio.ghtml>

<https://recordtv.r7.com/cidade-alerta/videos/dupla-e-presa-acusada-de-roubar-tumulos-de-cemiterio-no-rio-de-janeiro-20102018>.