

# DESENVOLVIMENTO DE MÁRMORE SINTÉTICO UTILIZANDO RESÍDUOS CERÂMICOS DA INDÚSTRIA CERÂMICA VERMELHA DE PERNAMBUCO

## Introdução

O setor produtivo em diferentes países está incorporando em suas despesas custos ambientais, implicando necessidades de mudanças significativas nos padrões de produção, comercialização e consumo para maior incremento da lucratividade (COELHO et al., 2011). O crescimento é inevitável, com isso se faz necessário o planejamento de estruturas que possam suportá-lo e supri-lo, focando numa produção maior, com mais reciclagem e mais conscientização (ARAÚJO; MENDONÇA, 2009).

A indústria da cerâmica vermelha é responsável por produzir uma quantidade significativa de resíduos, podendo chegar a 10% do total da produção. Estes, quando lançados ao meio ambiente de forma aleatória, impactam de forma negativa, ainda que não tenham compostos tóxicos em sua maioria. A cerca desse assunto, estudos têm sido desenvolvidos para que os resíduos gerados nesse ramo de empreendimento sejam cada vez mais aproveitados (DIAS, 2004; GONÇALVES, 2007; GRANATO, 2012; WADA, 2010).

O segmento de cerâmica vermelha brasileiro integra o ramo de produtos de minerais não metálicos da indústria de transformação, esta conta com um alto número de unidades produtivas e depósitos de argilas comuns espalhadas por todo o país, devido a composição do substrato geológico brasileiro (TANNO; MOTTA, 2000). Dentre as regiões do Brasil com maior importância na produção cerâmica estão as regiões Sudeste, Sul e Nordeste e somente no estado de Pernambuco, através de informações fornecidas pelo Sindicar - PE no seu relatório anual de 2010, o setor gerou no estado 5 mil empregos diretos e 15 mil indiretos, realçando seu potencial de crescimento.

Hoje em dia há uma tendência crescente de reutilização de resíduos industriais, a fim de reduzir impacto ambiental. Uma alternativa típica para um resíduo deve ser incorporada num processo produtivo que possa ser economicamente viável (GOMES et al., 2018). De fato, atualmente é muito utilizada a adição de resíduos em matrizes poliméricas formando compósitos.

Pedras artificiais, ou mármore sintético, são compósitos particularmente rentáveis que simulam pedras ornamentais naturais. A utilização prática de uma pedra artificial ao invés de uma natural é baseada em vantagens técnicas, como a menor densidade da matriz poliméricas (~1 g/cm<sup>3</sup>) em comparação com a pedra natural (~2 g/cm<sup>3</sup>), o que torna a pedra artificial significativamente mais leve. Outra vantagem relativa das pedras artificiais é a baixa quantidade de poros e falhas (GOMES et al., 2018).

Nesse contexto, o presente projeto tem como objetivo a produção de peças de mármore sintético utilizando resíduos da indústria cerâmica vermelha, conhecido como chamote, como carga em matrizes de poliéster. O material obtido será caracterizado quanto à microestrutura através de medidas de microscopia eletrônica de varredura. Serão realizados ensaios mecânicos de flexão, compressão e dureza em corpos de prova. Também serão realizadas medidas de densidade, granulometria, análise térmica (TG/DSC) e análise estrutural (DRX).

## Objetivos

### Geral

Este projeto tem como objetivo geral a produção de peças de mármore sintético utilizando resíduos da indústria cerâmica vermelha, chamote, como carga em matrizes de poliéster.

### Específicos

- Avaliar a estrutura física e a granulometria do resíduo cerâmico (chamote)
- Obter as condições ideais de incorporação do chamote na matriz de poliéster através de planejamento experimental
- Caracterizar o mármore sintético obtido quanto suas propriedades físicas, químicas e mecânicas

## Metodologia

A metodologia pode ser separada em três partes: beneficiamento do resíduo, preparação do compósito e por fim caracterização das peças obtidas. Primeiramente, resíduo cerâmico (chamote) proveniente da indústria

cerâmica vermelha de Pernambuco será reduzido à granulometria desejada utilizando um moinho de bolas. Planejamento experimental será utilizado para encontrar a quantidade de carga ideal de resíduo na matriz de poliéster. A mistura resíduo + poliéster + aditivos será despejada em moldes específicos com desmoldante para produção das peças e corpos de prova.

O resíduo na forma de pó será caracterizado por técnicas convencionais como difração de raios-X (DRX), microscopia eletrônica de varredura (MEV), análise térmica (TG/DSC) e granulometria pela técnica de peneiramento. O compósito final (mármore sintético), será caracterizado por medidas de densidade pelo método de Arquimedes, análise térmica (TG/DSC) e suas propriedades mecânicas serão avaliadas por ensaios de flexão, compressão e dureza seguindo as normas brasileiras vigentes.

## **Aderência aos critérios de priorização**

### **I. Reserva de bolsas para Cursos Novos**

O programa de pós-graduação em Engenharia Física foi aprovado na 181ª reunião do CTC-CAPES em dezembro de 2018, iniciando suas atividades em janeiro de 2019.

### **II. Apoio diferenciado à pós-graduação em Engenharias**

O projeto está vinculado ao programa de pós-graduação em Engenharia Física, sediado na Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho-UFRPE, pertencente à grande área de Materiais da CAPES.

### **III. Projeto em temas estratégicos para o desenvolvimento do Estado:**

#### **b) Desenvolvimento de arranjos produtivos locais (APLs) do Estado**

O Arranjo Produtivo Local (APL) da Construção Civil de Pernambuco é formado pelo município de Recife e será o principal favorecido com o desenvolvimento deste projeto, com potencial de desenvolvimento de um novo produto para ser utilizado no setor da construção civil.

#### **c) Políticas públicas de impacto social ou ambiental**

A reutilização do resíduo da cerâmica vermelha como carga para obtenção de mármore sintético, agrega valor ao mesmo e serve como instrumento para que as empresas do setor possam atender as legislações importantes de impacto ambiental, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Política Nacional de Meio Ambiente, Política Nacional de Educação Ambiental, bem como suas contribuições legais a nível estadual, e resoluções Conama e ABNT pertinentes.

## **Resultados esperados**

As principais contribuições podem ser avaliadas em função dos impactos científicos e tecnológicos e dos resultados esperados:

### **I. Impacto científico e tecnológico:**

- Estruturação da pesquisa científica no Grupo de Nanotecnologia Aplicada e Ambiental (NanoA) da Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho.
- Publicação e apresentação de trabalhos em eventos nacionais e internacionais.
- Publicação de artigos em periódicos nacionais e internacionais.
- Incorporação efetiva dos resíduos em matrizes poliméricas de poliéster, dando reuso e agregando valor a este.
- Desenvolvimento de produtos com efetiva aplicação tecnológica para empresas da área.
- Desenvolver ciência aplicada em áreas estratégicas do estado de Pernambuco.
- Geração de patente, produtos de inovação e parcerias com empresas e institutos de pesquisa nacionais e internacionais.
- Fortalecer a interação científica e tecnológica entre a Universidade Federal Rural de Pernambuco e as empresas do Arranjo Produtivo Local (APL) de Construção Civil de Pernambuco.

### **II. Contribuição ao desenvolvimento econômico e social de Pernambuco:**

O projeto de pesquisa possibilitará ganhos econômicos, ambientais e sociais para o setor ceramista e da construção civil do estado, em particular as empresas do Arranjo Produtivo Local de Construção Civil de Pernambuco, pois o estudo disponibilizará resultados que permitirão o reuso dos resíduos sólidos, minimizando impactos ambientais e sociais ocasionados pelo descarte e disposição inadequada dos resíduos. Além de ganhos econômicos pela diminuição de custos com disposição final e incrementos financeiros com o reaproveitamento no processo industrial cerâmico, comercialização dos resíduos para uso em outros processos através do coprocessamento, reciclagem e principalmente ao agregar valor na produção do mármore sintético utilizando o resíduo da cerâmica vermelha.

## Cronograma de atividades

Atividades	1º Semestre	2º Semestre	3º Semestre	4º Semestre
Revisão e atualização bibliográfica	X	X	X	X
Disciplinas	X	X		
Obtenção do resíduo cerâmico e beneficiamento do mesmo		X	X	
Incorporação do resíduo em matriz polimérica a fim de obter o mármore sintético		X	X	
Ensaio de caracterização estrutural, microestrutural, térmica e propriedades mecânicas		X	X	X
Análise dos resultados			X	X
Elaboração de artigos			X	X
Relatório	X	X	X	X
Defesa da Dissertação				X

## Referências

- ARAÚJO, G. C. DE; MENDONÇA, P. S. M. Análise do processo de implantação das normas de sustentabilidade empresarial: um estudo de caso em uma agroindústria frigorífica de bovinos. RAM. Revista de Administração Mackenzie, v. 10, n. 2, p. 31–56, abr. 2009.
- COELHO, H. M. G. et al. Proposta de um Índice de Destinação de Resíduos Sólidos Industriais. Engenharia Sanitaria e Ambiental, v. 16, n. 3, p. 307–316, set. 2011.
- DIAS, J. F. Avaliação de resíduos da fabricação de telhas cerâmicas para seu emprego em camadas de pavimento de baixo custo. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana)—São Paulo: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2004.
- GOMES, M. L. P. M. et al. Production and characterization of a novel artificial stone using brick residue and quarry dust in epoxy matrix. Journal of Materials Research and Technology, v. 7, n. 4, p. 492–498, out. 2018.
- GONÇALVES, J. P. Utilização do resíduo da indústria cerâmica para produção de concretos. Rem: Revista Escola de Minas, v. 60, n. 4, p. 639–644, dez. 2007.
- GRANATO, L. Uso de resíduos de demolição e de cerâmica vermelha na pavimentação. Agência Universitária de Notícias (AUN), v. 45, n. 77, p. 1–1, 2012.
- TANNO, L. C.; MOTTA, J. F. M. Panorama Setorial - Minerais Industriais. Cerâmica Industrial, v. 5, n. 3, p. 37–40, 2000.
- WADA, P. H. Estudo da incorporação de resíduos de cerâmica vermelha na composição de concreto para uso em estacas moldadas in loco. Dissertação (Mestrado)—Ilha Solteira: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2010.