

ANÁLISE QUÍMICA DO RESÍDUO DE ALGAROBA E CAJUEIRO VISANDO SEU POTENCIAL NA INDÚSTRIA CERÂMICA

MARCELO GOMES DE LIRA FILHO¹, MARCONDES MENDES DE SOUZA², JOÃO PAULO MELO DOS SANTOS JÚNIOR³ e LUÍS OTÁVIO ARAÚJO VARELLA⁴, LETICIA DE ARAÚJO FERREIRA⁵

¹Discente do Curso Técnico Integrado em Geologia, IFRN, Natal – RN, lira.filho@escolar.ifrn.edu.br

²Dr. Em Engenharia Mecânica, Prof. Orientador. IFRN, Natal - RN, marcondes.mendes@ifrn.edu.br

³Discente do Curso Técnico Integrado em Mecânica, IFRN, Natal – RN, santos.paulo1@escolar.ifrn.edu.br

⁴Discente do Curso Técnico Integrado em Mineração, IFRN, Natal – RN, luis.v@escolar.ifrn.edu.br

⁵ Discente do Curso Técnico Integrado em Geologia, IFRN, Natal – RN, ferreira.leticia2@escolar.ifrn.edu.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
06 a 09 de Outubro de 2025

RESUMO: A indústria cerâmica brasileira representa uma parcela significativa do Produto Interno Bruto nacional e está em constante expansão. Diante disso, torna-se fundamental buscar alternativas sustentáveis, como a reutilização de resíduos industriais. Este estudo analisou a viabilidade do uso de resíduos provenientes do corte de Algaroba e Cajueiro na composição de massas cerâmicas. Para isso, as amostras passaram por cominuição e peneiramento, sendo posteriormente submetidas à análise química por Espectroscopia de Fluorescência de Raios-X (FRX). Os resultados indicaram teores expressivos de óxidos como SiO₂, Al₂O₃, CaO e Fe₂O₃, essenciais para a produção de cerâmica vermelha. A presença de fundentes naturais sugere boa sinterização e economia energética no processo de queima. Embora alguns compostos, como SO₃ e Cl, exijam atenção, a composição geral do material apresenta potencial técnico para seu aproveitamento como matéria-prima alternativa na indústria cerâmica.

PALAVRAS-CHAVE: Cerâmica, Resíduo, Sustentabilidade, Algaroba, Cajueiro.

CHEMICAL ANALYSIS OF ALGAROBA AND CASHEW TREE RESIDUES WITH A VIEW TO THEIR POTENTIAL IN THE CERAMICS INDUSTRY

ABSTRACT: The Brazilian ceramics industry represents a significant portion of the country's Gross Domestic Product and is constantly expanding. This makes it essential to look for sustainable alternatives, such as the reuse of industrial waste. This study analyzed the feasibility of using waste from the cutting of Algaroba and Cajueiro trees in the composition of ceramic masses. To this end, the samples were comminuted and sieved and then subjected to chemical analysis by X-ray Fluorescence Spectroscopy (XRF). The results showed significant levels of oxides such as SiO₂, Al₂O₃, CaO and Fe₂O₃, which are essential to produce red ceramics. The presence of natural fluxes suggests good sintering and energy savings in the firing process. Although some compounds, such as SO₃ and Cl, require attention, the general composition of the material shows technical potential for its use as an alternative raw material in the ceramics industry.

KEYWORDS: Ceramics, Waste, Sustainability, Algaroba, Cashew.

INTRODUÇÃO

A nação brasileira possui uma natureza rica, cujos recursos naturais têm participação significativa no PIB. Destaca-se, nesse contexto, a indústria cerâmica, que é de extrema importância para a economia brasileira. “No Brasil, este setor representa atualmente 5% do PIB nacional e há indícios

de crescimento” (ALMEIDA, 2020). Torna-se cada vez mais evidente a importância de desenvolver novas técnicas voltadas à reutilização e reciclagem dos resíduos gerados.

A indústria cerâmica tem grande influência no Brasil é um setor tradicional que exerce uma função vital na construção civil, sendo responsável pela produção de tijolos, telhas, pisos e outros materiais essenciais. Segundo Baccelli Júnior (2010), existe uma ampla gama de produtos de cerâmicas, frequentemente fabricados nas proximidades dos principais mercados consumidores, utilizando matérias-primas acessíveis na região. Sendo a argila, um dos componentes principais para fabricação das cerâmicas. Além disso, em caso de cerâmicas brancas inclui o quartzo e feldspato e na cerâmica vermelha aditivos e água para aprimorar suas propriedades.

A indústria cerâmica é uma indústria de processo químico onde as matérias primas (argilas, caulins, quartzo, feldspatos) são processadas em uma sequência operacional que, a cada etapa, altera suas características físicas e químicas para se obter um produto com as características de mercado. As etapas fundamentais do processamento cerâmico envolvem: preparo da matéria prima, conformação e processamento térmico (secagem e queima) como descrito por Melo (2002). Dessa forma, outros materiais podem ser substituídos por outras matérias primas, sendo possível ver como atua na peça cerâmica através da análise química.

A análise química das matérias-primas cerâmicas é essencial para entender seu comportamento durante o processamento e a queima, permitindo prever propriedades importantes como retração, porosidade, resistência mecânica e a coloração final das peças. Esse conhecimento detalhado possibilita o ajuste preciso das formulações e a seleção adequada dos materiais, contribuindo para a qualidade e a uniformidade do produto, além de aumentar a eficiência do processo produtivo. A identificação dos componentes químicos também ajuda a evitar problemas como defeitos superficiais, instabilidade dimensional e falhas estruturais, que podem comprometer a funcionalidade e a durabilidade dos produtos cerâmicos.

Além disso, a caracterização química é indispensável para avaliar a viabilidade do uso de resíduos industriais e subprodutos como substitutos ou complementos das matérias-primas convencionais, promovendo a sustentabilidade na indústria cerâmica. A incorporação desses materiais, quando bem controlada, reduz custos e impactos ambientais, minimizando a extração de recursos naturais e o descarte inadequado de resíduos. Conforme apontam Kingery et al. (1976), o controle químico rigoroso é determinante para o desempenho e a estabilidade dos produtos cerâmicos, especialmente em escala industrial, onde a repetibilidade e a confiabilidade são requisitos indispensáveis para a competitividade do setor.

Com isso, diversos setores industriais são responsáveis pela geração de resíduos, na indústria de serraria de madeira, é liberado restos que são descartados e podem ser usados na indústria cerâmica. Nesse sentido, esse estudo visa analisar a composição química do resíduo gerado pelo corte de Algaroba e Cajueiro, visando o seu uso na indústria cerâmica e analisando sua melhor viabilidade e uso dentro da massa cerâmica.

MATERIAL E MÉTODOS

Nesse sentido, com o intuito de entender o melhor uso do material para a indústria será analisada e discutida a análise química para entender o que causa essa influência de queima nas amostras. Para isso acontecer, os materiais passaram pelo processo de cominuição em moinho de bolas, após isso foi passado na peneira de 200# (mesh) e foi retirado 5g de cada argila. Feito isso, os materiais foram enviados para o Centro de Tecnologia Mineral (CT Mineral) localizado no município de Currais Novos no Rio Grande do Norte, onde foram realizados os ensaios químicos de Fluorescência de Raio-X (FRX). Segundo Júnior (2007), é uma técnica não invasiva que possibilita a identificação da composição e

concentração dos elementos presentes em uma amostra. Nesse método, raios-X são utilizados para excitar os níveis eletrônicos dos átomos da amostra.

Após isso, as amostras foram preparadas, passando por um processo de identificação que incluiu a etapa de pesagem para controle da massa que passará pela fluorescência. Em seguida, foram submetidas à secagem e pulverização, garantindo a consistência necessária para as análises subsequentes. Em seguida, o pó resultante foi analisado por Espectroscopia de Fluorescência de Raios-X (FRX), utilizando um sofisticado Espectrômetro de Bancada de Energia Dispersiva (EDXRF) da marca Thermo Fisher Scientific, modelo ARL QUANT'X. Vale ressaltar que o método à vácuo foi empregado com precisão para a leitura de elementos leves, expressos em percentual de peso em óxido de elemento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise química realizada pela Espectroscopia de Fluorescência de Raios-X (FRX) será apresentado na Tabela 1, para melhor análise e será discutido para entender a viabilidade e seu melhor uso na indústria ceramista. A tabela 1 apresenta os óxidos presente na amostra e na Tabela 2.

Tabela 1. Óxidos do ensaio de FRX do resíduo de Algaroba e Cajueiro

Óxidos	%
SiO ₂	27,63
CaO	22,91
Fe ₂ O ₃	13,20
K ₂ O	9,49
P ₂ O ₅	9,36
Al ₂ O ₃	7,92
SO ₃	2,62
MgO	2,12
TiO ₂	2,07
Cl	1,05
ZrO ₂	0,80
SrO	0,31
MnO	0,20
Co ₃ O ₄	0,10
ZnO	0,08
Rb ₂ O	0,03
Cr ₂ O ₃	0,03
Y ₂ O ₃	0,02
CuO	0,02

A Tabela 1 apresenta a composição química em óxidos de um material analisado, evidenciando sua viabilidade para aplicação na indústria cerâmica, especialmente no segmento de cerâmica vermelha. Os resultados indicam um alto valor de SiO₂ (27,63%) e Al₂O₃ (7,92%), dois componentes fundamentais para a formulação de massas cerâmicas, responsáveis pela formação da estrutura vítrea e pela resistência mecânica após a queima segundo Toledo Filho et al. (2004).

A presença significativa de CaO (22,91%), Fe₂O₃ (13,20%), K₂O (9,49%) e MgO (2,12%) sugere um alto teor de fundentes, que favorecem a sinterização do material a temperaturas mais baixas, contribuindo para a redução dos custos energéticos do processo como descrito por Segadães et al. (2005). O teor elevado de Fe₂O₃ também influencia na coloração do produto, conferindo tonalidades

avermelhadas a marrons, “características desejadas em produtos como tijolos e telhas” (Souza Santos, 1989).

Entretanto, a concentração de SO_3 (2,62%) e Cl (1,05%) exige atenção, pois esses componentes podem estar associados à presença de sais solúveis, que favorecem a ocorrência de eflorescências, comprometendo a estética e a durabilidade das peças cerâmicas (Dondi et al., 1998).

Além disso, foram detectadas pequenas quantidades de óxidos metálicos como NiO , CuO , Cr_2O_3 e PdO , em teores inferiores a 0,05%. Embora não representem riscos para a cerâmica tradicional, “esses elementos podem ter implicações específicas em aplicações técnicas ou em cerâmicas de alta performance” (Kingery et al., 1976), mas sendo utilizados em baixa quantidade e porcentagem, minimizam as chances de isso ocorrer.

De modo geral, a composição do material revela características compatíveis para a indústria cerâmica vermelha, podendo atuar como uma boa matéria prima, reduzindo a porosidade e aumentando a resistência mecânica da peça. O balanço entre os óxidos formadores de rede e os óxidos fundentes sugere boa trabalhabilidade, queima eficiente e produtos com boas propriedades físico-mecânicas, reforçando o potencial de aproveitamento deste material na indústria cerâmica.

Adicionalmente, ressalta-se que, dependendo das especificações e exigências de cada indústria cerâmica, o material analisado pode se configurar como um resíduo tecnicamente viável para aproveitamento industrial.

CONCLUSÃO

A análise química do resíduo de Algaroba e Cajueiro evidenciou uma composição rica em óxidos fundamentais para a fabricação de cerâmica vermelha, como SiO_2 , Al_2O_3 , CaO e Fe_2O_3 . Esses componentes favorecem a resistência mecânica e a coloração típica dos produtos cerâmicos, além de contribuírem para a eficiência térmica do processo. A presença de fundentes permite a redução da temperatura de queima, o que representa uma vantagem econômica e ambiental. Apesar da presença de sais solúveis que podem causar eflorescências, o material se mostra tecnicamente viável para uso na indústria cerâmica, desde que sejam adotadas medidas de controle adequadas. Portanto, o resíduo analisado configura-se como uma alternativa promissora de matéria-prima, contribuindo para a sustentabilidade do setor e para a valorização de resíduos sólidos.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos ao professor Marcondes Mendes de Souza, orientador e responsável pelo Laboratório de Processamento Mineral e Resíduos (LPMR) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) Campus Natal Central, pela orientação dedicada, apoio contínuo e valiosos ensinamentos ao longo deste trabalho. Agradeço também aos alunos que participam da pesquisa, cuja colaboração, troca de conhecimentos e auxílio foram fundamentais para o desenvolvimento e enriquecimento deste estudo.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Kelson Silva de; SOARES, Roberto Arruda Lima; MATOS, José Milton Elias de. Efeito de resíduos de gesso e de granito em produtos da indústria de cerâmica vermelha: revisão bibliográfica. *Matéria* (Rio de Janeiro), v. 25, p. e-12568, 2020.
- Dondi, M., Marsigli, M., & Fabbri, B. (1998). Recycling of industrial and urban wastes in brick production — A review. *Waste Management & Research*, 16(1), 40–50.
- JUNIOR, A. da S. M. Análise quantitativa do material particulado na região de campinas através das técnicas de microfluorescência de raios de reflexão total usando radiação síncrotron. 2007. Tese de Doutorado, UNICAMP. p.244
- Kingery, W. D., Bowen, H. K., & Uhlmann, D. R. (1976). *Introduction to Ceramics* (2nd ed.). Wiley-Interscience.
- Kingery, W. D.; Bowen, H. K.; Uhlmann, D. R. *Introduction to Ceramics*. 2nd ed. New York: Wiley-Interscience, 1976.

- MELO, Marcus Antônio de Freitas et al. Cor e propriedades mecânicas de algumas argilas do Rio Grande do Norte para uso em cerâmica branca. *Cerâmica*, v. 48, p. 183-186, 2002.
- Segadães, A. M., Carvalho, M. A., & Quartin, M. (2005). Utilização de resíduos industriais na indústria cerâmica. *Cerâmica*, 51(317), 70–82.
- Souza Santos, P. (1989). *Ciência e Tecnologia de Argilas* (Vol. 1). Edgard Blücher.
- Toledo Filho, R. D., Fairbairn, E. M. R., & Cincotto, M. A. (2004). Materiais cerâmicos. In: Isaia, G. C. (Org.). *Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais*. IBRACON.