



XVII SICTI
Seminário de Iniciação Científica,
Tecnológica e Inovação
X SIMIT
Simpósio de Inovação Tecnológica

**CIÊNCIA e
COOPERAÇÃO
na AMAZÔNIA**
**16 a 19 de
Setembro**
IFPA Campus Bragança

CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA E REAPROVEITAMENTO DE BENTONITAS SATURADAS DO ÓLEO DE PALMA PARA USO INDUSTRIAL

MARISON FRANCO ROCHA DE LIMA¹, RAMON SOUZA DOS SANTOS², JULIANA VITORIA CHAVANTE LIMA², DIOGO MONTEIRO PORFÍRIO², OSCAR JESUS CHOQUE FERNANDEZ³

¹ Acadêmico do Curso de Engenharia de Materiais, Bolsista PIBICTI, IFPA, campus Belém, , E-mail: francomarison70@gmail.com

² Acadêmico (a) do Curso de Engenharia de Materiais, campus Belém

³ Docente do Curso de Engenharia de Materiais e Técnico em metalurgia, campus Belém, E-mail: oscar.fernandez@ifpa.edu.br

Área de conhecimento/Subárea: Área 03 - Engenharias | Engenharia de Materiais e Metalúrgica
ODS vinculado(s): ODS09 - Inovação infraestrutura - Construir infraestrutura resiliente, promover a industrialização inclusiva e sustentável, e fomentar a inovação e ODS12 - Consumo e produção responsáveis - Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis.

RESUMO: Este estudo investigou a regeneração de bentonitas saturadas com óleo de palma, resíduos gerados na etapa de branqueamento do refino industrial. Foram aplicados dois métodos: tratamento térmico usando calcinação e extração por solvente (Soxhlet), seguidos de análises mineralógica por difração de raios-X (DRX), química por fluorescência de raios-X (FRX), térmicas por termogravimetria e calorimetria exploratória diferencial (TG/DSC) e cristalográfica (Rietveld). A calcinação resultou em transformações estruturais, com formação de mulita e hematita, enquanto o método Soxhlet preservou a estrutura dos argilominerais, apesar da presença de material amorfo. Ambas as amostras apresentaram altos teores de SiO₂, Al₂O₃ e Fe₂O₃. A faixa de 280 °C a 500 °C foi crítica para remoção do óleo. Concluiu-se que os dois métodos são eficazes, sendo o térmico indicado para aplicações a altas temperaturas e o Soxhlet para usos como adsorvente.

PALAVRAS-CHAVE: Regeneração de argilas; Tratamento térmico; Método Rietveld ; Resíduos industriais; Sustentabilidade tecnológica

INTRODUÇÃO

O óleo de palma é um dos óleos vegetais mais consumidos mundialmente, sendo amplamente utilizado em setores como o alimentício, cosmético e de biocombustíveis. Em 2022/23, Indonésia e Malásia concentraram 87% da produção global, enquanto o Brasil contribuiu com 2% (IEA, 2024). Seu processo de refino físico é composto por três etapas principais: degomagem, branqueamento e desodorização. Durante o branqueamento, utiliza-se a bentonita, uma argila natural rica em montmorilonita, conhecida por sua alta capacidade de troca catiônica e grande área superficial. Essa etapa remove pigmentos e metais do óleo, mas gera um resíduo sólido chamado de “torta”, por ainda conter em média 20% de óleo em peso (MELO, 2018). A reutilização dessa bentonita é um desafio ambiental e tecnológico, motivando este estudo, que visa caracterizar e regenerar a bentonita saturada para possíveis reaproveitamentos industriais.

Por isso, este estudo tem como foco a caracterização mineralógica e cristalográfica da bentonita saturada com óleo de palma, visando sua regeneração e



o reaproveitamento em aplicações industriais, tornando o processo mais sustentável e eficiente.

METODOLOGIA

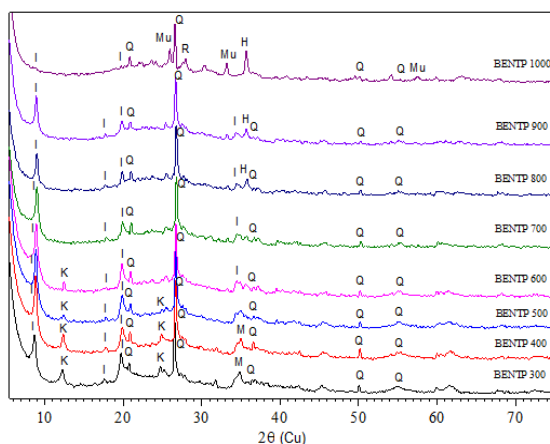
As bentonitas saturadas foram coletadas na empresa Agropalma, Belém/PA. As mesmas foram tratadas termicamente por calcinação no Laboratório de Metalurgia Extrativa (LME/IFPA) e extração com hexano usando os métodos Soxhlet e infusão no Laboratório de Catalise Oleoquímica (LCO/UFPA), sendo o Soxhlet mais eficiente. As amostras regeneradas foram caracterizadas por DRX no Laboratório de Mineralogia e Geoquímica Aplicada (LAMIGA/UFPA), FRX, TG/DSC e refinamento de Rietveld para avaliar composição, comportamento térmico e alterações estruturais.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Caracterização mineralógica

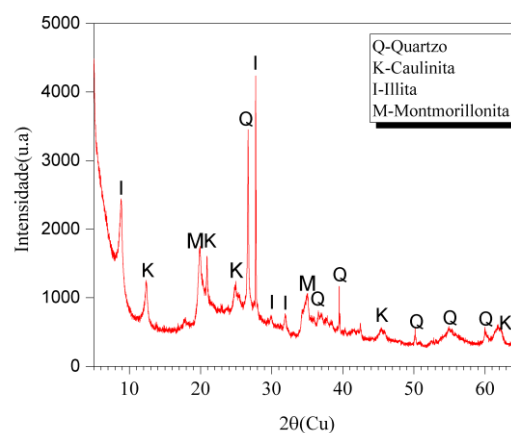
As análises por DRX revelaram que, independentemente do método de regeneração aplicado, calcinação ou extração por Soxhlet, as amostras de bentonita apresentaram as mesmas fases cristalinas predominantes: montmorilonita, illita, caulinita e quartzo. No entanto, observou-se que, com o aumento da temperatura acima de 600 °C no tratamento térmico, ocorreram transformações mineralógicas significativas, como a desestruturação cristalina dos argilominerais e formação de novas fases, como a mulita e a hematita, indicando alterações estruturais (Figura 1). Já o método Soxhlet manteve a integridade estrutural dos argilominerais, embora com presença de material amorfo, o que reforça a diferença de impacto entre os métodos sobre a estrutura cristalina da bentonita (Figura 2).

Figura 1- Padrões de DRX da Bentonita Saturada submetida a tratamento térmico



Fonte: Autores, 2025

Figura 2- Padrões de DRX da bentonita saturada extraída pelo método de Soxhlet



Fonte: Autores, 2025

Caracterização química

As análises químicas revelaram predominância de SiO₂, Al₂O₃ e Fe₂O₃ em



XVII SICTI
Seminário de Iniciação Científica,
Tecnológica e Inovação

X SIMIT
Simpósio de Inovação Tecnológica

**CIÊNCIA e
COOPERAÇÃO
na AMAZÔNIA**

**16 a 19 de
Setembro**

IFPA Campus Bragança

todas as amostras. As bentonitas apresentaram valores de SiO_2 entre 53-69%, Al_2O_3 entre 16-17% e Fe_2O_3 em torno de 13-14%. A extração por Soxhlet manteve composição semelhante, com destaque para 54% de SiO_2 e 12% de Fe_2O_3 . Os resultados indicam estabilidade composicional e viabilidade de reaproveitamento.

Caracterização Térmica

A análise térmica mostrou uma perda de massa de 37% entre 280–500 °C, atribuída à ignição do óleo e desidroxilação da caulinita/montmorilonita. O pico máximo de ignição do óleo foi observado a 370 °C. Acima de 900 °C, observou-se estabilidade térmica e formação de fases como mulita, coerente com os dados mineralógicos.

Avaliação Cristaloquímica (Rietveld)

Refinamento cristalográficos indicaram melhora na qualidade cristalina após extração e calcinação. A amostra calcinada a 400°C continha 59,5% de montmorilonita, 10% de caulinita e 30,5% de quartzo ($R_{wp} = 30,850$ e $GOF = 1,760$). Após Soxhlet e calcinação, observou-se 59,1% de montmorilonita, 36,3% de caulinita e 4,7% de quartzo ($R_{wp} = 24,74$ e $GOF = 1,1$).

CONCLUSÕES

A regeneração da bentonita por métodos térmicos (até 400°C) e químicos (Soxhlet) removeu óleo residual e permitiu sua caracterização. O tratamento térmico é ideal para aplicações que exigem estabilidade em altas temperaturas, enquanto o Soxhlet preserva melhor a capacidade adsorvente. O Soxhlet tem melhor benefício, sendo viável para uso industrial ou acadêmico, porém tem maior custo. O estudo promove sustentabilidade no setor oleoquímico, reutilizando resíduos antes descartados.

Agradecimentos:

À Agropalma pelas amostras, ao Laboratório de Catálise Oleoquímica (LCO/UFPA) pelas análises de extração por solventes, ao Laboratório de Mineralogia e Geoquímica Aplicada (LAMIGA/UFPA) pelas análises de DRX. O primeiro autor agradece ao CNPq pela bolsa de IC.

Referencias

IEA – INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. Perspectivas para o mercado mundial de alimentos. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=13381>.

MELO, Katiane Cunha de. Estudo da atividade antioxidante do óleo residual da torta do processo de branqueamento do óleo de palma. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.



XVII SICTI

Seminário de Iniciação Científica,
Tecnológica e Inovação

X SIMIT

Simpósio de Inovação Tecnológica

**CIÊNCIA e
COOPERAÇÃO
na AMAZÔNIA**

**16 a 19 de
Setembro**

IFPA Campus Bragança