



TRATAMENTO DO QUARTZO E DAS CONCHAS DE SARNAMBI PARA SÍNTESE DE CATALISADORES SÓLIDOS HETEROGÊNEOS BÁSICOS

Ricardo D. Anjos¹, Raquel S. de Sousa², Cáritas J. S. Mendonça³, Adeilton P. Maciel⁴, Hugo da C. Reis⁵, Martiniano Holanda Cavalcanti⁶; Lucy Mary Silva Monteiro⁷, Efraim C. Pereira⁸ José S. C. Vieira⁹

1 Instituto Federal do Maranhão – Campus Monte Castelo/Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica e-mail: ricardo.anjos@acad.ifma.edu.br

2 Instituto Federal do Maranhão – Campus Zé Doca/Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Materiais e-mail: sousaraquel@acad.ifma.edu.br

3 Universidade Federal do Maranhão – Campus Bacanga e-mail: caritasflordelotus@gmail.com

4 Universidade Federal do Maranhão – Campus Bacanga e-mail: ap.maciel@ufma.br

5 Universidade Federal do Rio de Janeiro – Escola de Química e-mail: costa.reis@acad.ifma.edu.br

6 Instituto Federal do Maranhão – Campus Monte Castelo/Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica e-mail: martiniano.cavalcanti@acad.ifma.edu.br

7 Instituto Federal do Maranhão – Campus Monte Castelo/Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica e-mail: lucymonteiro@acad.ifma.edu.br

8 Programa de Pós-Graduação em Saúde e Tecnologia - UFMA email: efraim.costa@ufma.br

9 Instituto Federal do Maranhão – Campus Monte Castelo/Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica e-mail: sebastiaoacidreira@ifma.edu.br

Palavras-Chave: Catalisador. Sarnambi. Quartzo.

Introdução

Dentre as diferentes técnicas de produção de energia renovável empregando-se matéria-prima graxa destacam-se na atualidade como principal método para obtenção de biodiesel, a transesterificação por catálise homogênea básica (Vieira, 2017).

A transesterificação tradicional conduz a excelentes rendimentos de biodiesel (>98%) em um intervalo de tempo curto e com baixa concentração de catalisador. Suas principais desvantagens são a exigência de uma matéria-prima com elevada pureza que aumenta substancialmente os custos desse processo e a dificuldade de separação das fases etérea e aquosa, ocasionando a formação de efluentes. Tais inconvenientes dificultam a produção sustentável de biodiesel e o torna menos competitivo em relação ao diesel fóssil (Macario et al., 2010; Drelinkiewicz et al. 2014; Vieira et al., 2018).

O processo de transesterificação de óleos vegetais e gorduras animais para obtenção de biodiesel pode ser realizado por catálise heterogênea visando à redução dos custos e tornar o biodiesel mais acessível ao consumidor. Na transesterificação heterogênea, o catalisador é recuperado e pode ser reutilizado várias vezes, gerar menos efluentes e ainda reduzir os custos do processo de obtenção do biodiesel, pois possuem propriedades hidrofílicas, atividade catalítica e térmica elevadas e seletividade. Tais propriedades relacionam-se com a quantidade e força de sítios ativos de caráter ácido e/ou básico e colocam esses materiais na rota de produção de biodiesel (Hasheminejad et al., 2011; Zanette et al., 2011).

A catálise heterogênea é um campo de pesquisa que está em alta, sendo um ramo promissor por contribuir diretamente na produção de um biodiesel ambientalmente sustentável. Catalisadores heterogêneos são capazes de sanar os inconvenientes causados pela catálise homogênea no decurso da transesterificação básica. Devido sua utilização e contribuição com a redução de custos e impactos ambientais, a concepção e o desenvolvimento de catalisadores heterogêneos a partir de materiais mesoporosos tem se tornado um campo emergente em termos de inovação científica e tecnológica. Neste sentido, sólidos heterogêneos básicos contendo matriz mesoporosa impregnada com óxido básico de alta estabilidade química e térmica, capazes de proporcionar a separação de fases do meio reacional e de serem reutilizados ao longo do processo de transesterificação visando à redução dos impactos ambientais e dos elevados custos de obtenção de biodiesel, têm ocupado lugar de destaque no cenário de inovação tecnológica (De Lima; Ronconi; Mota, 2016).

Catalisadores sólidos dopados com óxido de cálcio (CaO) agem como base Lewis. Em face de sua alta reatividade e baixo custo na preparação podem se constituir em uma alternativa promissora para a obtenção de biodiesel ecologicamente correta. Na Região Metropolitana da Grande Ilha do Maranhão, formada pelos municípios de São Luís (capital do estado do Maranhão), Raposa, São José de Ribamar e Paço do Lumiar, são encontradas fontes renováveis abundantes, resíduos naturais oriundos da atividade extrativista da mitilicultura, entre eles destacam-se as conchas de sarnambi, ricas em carbonato de cálcio (CaCO₃), cujo pó quando tratado termicamente pode servir de dopante na preparação do catalisador heterogêneo. Além de fontes residuais naturais como o quartzo gerado na extração mineral de cobre na Mina de Sossego, localizada no município de Canaã dos Carajás (PA) de onde se pode extrair o SiO₂ (principal constituinte do quartzo) para servir de matriz do catalisador.

O desenvolvimento de um catalisador heterogêneo com sítios ativos básicos capazes de promover a transesterificação dos triglicerídeos presentes no óleo extraído de plantas oleaginosas é de fundamental importância para mitigar a emissão de gases poluentes na atmosfera e preservar o meio ambiente. Nesse contexto, a ideia de preparar um sólido heterogêneo constituído de uma matriz mesoporosa rica em sílica (SiO₂) e nela incorporar o CaO extraído das conchas do sarnambi para transesterificar materiais graxos por catálise heterogênea básica é uma alternativa atraente e bastante promissora na adequação do processo de conversão de óleos vegetais em biodiesel de forma eficaz e sustentável.

Este trabalho consistiu em preparar e tratar precursores sólidos como o quartzo, rico em sílica (SiO₂) e o óxido de cálcio (CaO) extraído das conchas do sarnambi (*Anomalocardia brasiliiana*) para sintetizar posteriormente, catalisadores heterogêneos básicos por impregnação a úmido. Devido ao dinamismo científico destes materiais despontarem como um recurso de alta relevância para a produção biocombustíveis renováveis são inúmeros os desafios de redimir e/ou eliminar os custos operacionais do processo de transesterificação de matérias-primas graxas para obtenção biodiesel sustentável.

Material e Métodos

MATERIAIS

As principais matérias-primas utilizadas neste trabalho para a produção dos heterogêneos foram: o quartzo (Qtz) adquirido junto a uma mineradora de cobre no município de Canaã do Carajás (PA) e as conchas de sarnambi (Anb) coletadas em comunidades de

pescadores do município de São José de Ribamar (MA). Tais matérias-primas foram transportadas para o Laboratório de Materiais (LabMat) do IFMA-Campus Monte Castelo, onde foram preparadas para a preparação e extração dos precursores através de tratamento térmico pelo método de calcinação.

MÉTODOS

- Preparação do suporte e do dopante

O quartzo (Qtz) foi recebido no estado bruto (formato de pedras) e triturado em moinho de mandíbulas, logo em seguida foi peneirado abaixo de 0,12 mm e tratado termicamente em forno mufla a 850 °C durante 1 hora para a geração do SiO₂, cuja função é servir de matriz mesoporosa do catalisador. O material calcinado foi denominado de Qtz.

- Preparação do dopante

As conchas do sarnambi, *Anomalocardia brasiliiana* (Anb) coletadas foram lavadas e deixadas imersas em uma solução de hipoclorito de sódio a 20% (NaClO) para eliminação de impurezas e restos do referido molusco. Posteriormente foram secas ao ar livre. Após a desodorização, as conchas foram secas em estufa a 105 ± 5°C durante 24 horas, submetidas à moagem em moinho de mandíbulas e peneiradas abaixo de 0,12 mm. O pó oriundo da moagem das conchas de sarnambi, rico em carbonato de cálcio (CaCO₃) foi calcinado em forno mufla a 850 °C durante 1 hora, com o intuito de obter-se o óxido de cálcio (CaO) e por fim foi armazenado e disponibilizado para o processo de impregnação úmida.

Resultados e Discussão

PRODUÇÃO DA MATRIZ DOS SÓLIDOS HETEROGÊNEOS BÁSICOS

No decurso da execução deste trabalho foram obtidos dois precursores catalíticos, quais sejam: a matriz mesoporosa à base de sílica oriunda do quartzo, um rejeito originário das atividades de mineração do cobre e o óxido de cálcio extraído do pó das conchas de sarnambi.

A Figura 1 mostra o quartzo *in natura* e com granulometria abaixo de 0,12 mm após ser submetido às etapas de cominuição, peneiramento e tratamento térmico por calcinação a 850°C durante 2 horas.

Figura 1 – Etapas de preparação do quartzo e extração da sílica



Legenda:

Figura 1a: Quartzo in natura, Figura 1b: Moagem do quartzo, Figura 1c: Peneiramento do quartzo moído e Figura 1d: Sílica calcinada a 850°C.

Fonte: Próprio autor (2023).

PREPARAÇÃO DO DOPANTE DOS SÓLIDOS HETEROGÊNEOS BÁSICOS

A Figura 2 faz referência ao pó oriundo das conchas de sarnambi tratado termicamente por calcinação a 850°C. Nela nota-se que o dopante apresentou um aspecto visual bom no tocante à granulometria, que formarão uma boa superfície de contato na síntese do catalisador.

Figura 2 – Aspecto visual do pó das conchas de sarnambi antes e após tratamento térmico.



Legenda:

Figura 2a: Conchas de sarnambi secas, Figura 2b: Pó das conchas de sarnambi in natura e Figura 2c: CaO extraído do pó das conchas de sarnambi.

Fonte: Próprio autor (2023).

O consumo exagerado de bens e serviços intrínsecos do mundo contemporâneo traz consigo consequências negativas para a sociedade provocando total desequilíbrio entre consumo, quantidades descartadas e quantidades reaproveitadas (Alves; Meireles, 2013).

A geração de resíduos é um dos maiores gargalos da sociedade moderna, tal problema acaba impactando na poluição do solo, o que resulta em degradação e inutilização das suas riquezas, além da poluição atmosférica e aquífera. Como alternativa para minimizar essa problemática, a síntese de catalisadores sólidos heterogêneos empregando-se matérias-primas de baixo valor agregado pode contribuir de forma significativa para o meio ambiente, gerando uma destinação ambientalmente sustentável para resíduos que são descartados, muitas vezes, até de forma inapropriada (Alves; Meireles, 2013; Sousa et al., 2022).

Com a perspectiva de atender à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e dar-se uma destinação ecologicamente correta aos resíduos produzidos por pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, conforme consta na Lei 12.305/2010, neste trabalho destacam-se o quartzo e as conchas de sarnambi, que são descartados em geral de modo errôneo, impactando negativamente no meio ambiente e na saúde pública. O aproveitamento desses resíduos pode se constituir em uma alternativa economicamente viável para o setor energético, agregar valor aos resíduos de biomassa, colaborar com a mitigação de problemas de disposição em locais indevidos. Além disso, seu tratamento ecologicamente correto pode possibilitar o uso racional de seu potencial energético.

Conclusões

No presente trabalho foram apresentados resultados experimentais sobre as operações unitárias preliminares (preparação), de conservação e de transformação dos precursores de sólidos heterogêneos básicos, onde:

- Utilizou-se com êxito o método limpeza, secagem, cominuição (moagem), peneiramento para manter a uniformidade granulométrica e facilitar a superfície de contato entre a SiO_2 e o CaO na produção de catalisadores heterogêneos de caráter básico.

- Utilizaram-se resíduos originários da extração mineral de cobre e do extrativismo da mitilicultura obtendo-se um material novo, inovador que pode agregar valor econômico no processamento de biodiesel por transesterificação heterogênea básica, reduzindo os custos do processo e tornando o biodiesel mais competitivo em relação ao diesel de petróleo.

Agradecimentos

Agradecemos o apoio concedido pela Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa e Inovação (PRPGI-IFMA), pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PPGMEC IFMA-Campus Monte Castelo), pelo Departamento de Metal Mecânica (IFMA-DMM) e pelo Grupo de Pesquisas em Análises Químicas Sustentáveis (GPAQS) para a execução deste trabalho.

Referências

Alves, J. C. M.; Meireles, M. E. F. Gestão de resíduos: as possibilidades de construção de uma rede solidária entre associações de catadores de materiais recicláveis. **Sistemas & Gestão**, v. 8, n. 02, p. 160-170, 2013.

De Lima, A. L.; Ronconi, C. M.; Mota, C. J. A. Heterogeneous basic catalysts for biodiesel production. **Catalysis Science & Technology**, v. 6, n. 9, p. 2877–2891, 2016.

Hasheminejad, M. *et al.* Upstream and downstream strategies to economize biodiesel production. **Bioresource Technology**, vol. 102, n. 2, p. 461–468, 2011.



Macário, A. *et al.* Biodiesel production process by homogeneous/heterogeneous catalytic system using an acid-base catalyst. **Applied Catalysis A: General**, vol. 378, n. 2, p. 160–168, 2010.

Sousa, T. L., Maia, M. M. S., Vieira, J. S. C., Muchave, G. J., Rodrigues, M. R. de M., Reis H. da C., Cesário, V. M. (2022). Aproveitamento de resíduos agroindustriais na produção de catalisadores heterogêneos básicos: Use of agroindustrial waste in the production of basic heterogeneous catalysts. **Brazilian Journal of Development**, 8(8), 59767–59786. <https://doi.org/10.34117/bjdv8n8-318>, 2022

Vieira, J. S. C. **Síntese de catalisadores heterogêneos ácidos e básicos para a produção de biodiesel**. Rio de Janeiro (RJ), 2017, 144p. Tese (Doutorado em engenharia química) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

Vieira, J. S. C.; Sousa, T. L.; De Lima, A. L.; Rosas, L. S.; Ronconi, C. M.; Mota, C. J. A. Esterificação e transesterificação homogênea de óleos vegetais contendo alto teor de ácidos graxos livres. **Quím. Nova**, vol. 41, n. 1, p. 10–16, 2018.

Zanette, A. F. *et al.* Screening, optimization and kinetics of *Jatropha curcas* oil transesterification with heterogeneous catalysts. **Renewable Energy**, vol. 36, n. 2, p. 726–731, 2011.