

Análise de Pó de Mármore para Produção de Biodiesel

Edson R. F. Santos, Gabriel F. N. Oliveira, Rogério C. D. Silva, Fernando G. S. Junior & Felipe L. C. Costa

Os mármore são rochas metamórficas de natureza calcária, em razão a problemas ambiental, surge a ideia do aproveitamento deste resíduo como catalisador na produção do biodiesel após ativação térmica quanto a capacidade de produção de biodiesel metílico a partir do óleo de soja via FTIR e HPLC/UV. O resíduo do pó de mármore foi obtido na Di Ponta Marmoraria (Teresópolis-RJ). Os resultados permitem concluir que o pó de mármore é eficaz para a produção do biodiesel de óleo de soja quando seco a 900°C, sendo possível o redirecionamento do resíduo de marmoraria para produção de biodiesel.

Palavras-chave: *pó de mármore; biodiesel; resíduos sólidos.*

Marbles are metamorphic rocks of calcareous nature, due to environmental problems, the idea of using this residue as a catalyst in the production of biodiesel after thermal activation arises regarding the production capacity of methyl biodiesel from soybean oil via FTIR and HPLC/UV. The marble dust residue was obtained at Di Ponta Marmoraria (Teresópolis-RJ). The results allow us to conclude that the marble dust is effective to produce biodiesel from soybean oil when dried at 900°C, making it possible to redirect the residue from the marble factory to produce biodiesel.

Keywords: *marble powder; biodiesel; solid waste.*

Introdução

No mundo de hoje é possível observar o enfoque que se tem para o incentivo as energias alternativas, principalmente se tratando de combustíveis, visto que existe uma grande demanda de transporte relacionada a população e mercadorias. A possibilidade de uso de óleos vegetais como energia ou combustível foi reconhecida desde os primórdios dos motores diesel.

Os óleos vegetais e gorduras, após transesterificação, devido as suas características físicas, já substituem parcialmente o diesel e podem vir a substituir totalmente, devido não serem necessárias grandes modificações nos motores e apresentarem um ótimo rendimento energético. Um dos grandes problemas encontrados com os combustíveis fósseis está relacionado aos gases que os próprios emitem, porém quando falamos de biocombustíveis oriundos dos óleos vegetais, a emissão de gases não é mais um problema.

Biodiesel é o combustível biodegradável derivado de fontes renováveis, como óleos vegetais “puros” ou já utilizados e gorduras animais. É obtido por diferentes processos, como craqueamento, esterificação ou transesterificação. Pode ser utilizado puro ou em misturas com óleo diesel derivado do petróleo, em diferentes proporções. Segundo Silva e Freitas¹ quando o combustível provém da mistura dos dois óleos, recebe o nome da percentagem de participação do biodiesel, sendo B2 quando possui 2% de biodiesel, B20 quando possui 20%, até chegar ao B100, que é o biodiesel puro.

Assim o biodiesel é visto como uma grande possibilidade para substituir o óleo diesel, visto que o mesmo é oriundo do petróleo fazendo com que eles venham a ter problemas e desvantagens ambientais, como por exemplo, a emissão de gases poluentes como o enxofre.

A formação do biodiesel teoricamente é considerada um processo simples resultantes de uma mistura de um óleo vegetal ou animal, juntamente com um álcool, etanol ou metanol e um catalisador que faz com que ocorra essa mistura com uma velocidade e eficiência maior, com isso essa mistura resulta em dois “produtos”, a glicerina e o biodiesel.

O pó-de-mármore é proveniente de processos de beneficiamento de placas brutas de mármore, usando-se instrumentos abrasivos de diamante em presença de água, resultando em suspensão rica em partículas de rocha. O processo industrial não inclui metais pesados ou outros contaminantes nos resíduos sólidos, que, após parcialmente secos ao ar em tanques de deposição, possuem baixa umidade. As marmorarias produzem quantidades consideráveis de pós oriundos dos cortes realizados nas peças brutas. O particulado suspenso no ar deve ser rigorosamente controlado e o rejeito gerado não pode ser descartado juntamente com o lixo comum.

A produção de biodiesel é um impacto positivo, as desvantagens são poucas e necessitam apenas de entendimentos ou esclarecimentos para que sejam controladas ou mesmo interferidas. Os impactos acontecem, principalmente, em âmbitos como social, profissional e ambiental.

Em âmbito social, o biodiesel evita a poluição do ar melhorando a saúde das pessoas, ao contrário do diesel comum que lança toneladas de dióxido de enxofre, hidrocarbonetos pesados oriundos da queima incompleta sem falar na enorme emissão de dióxido de carbono e outras partículas que causam problemas respiratórios e dermatológicos.² No âmbito profissional, a produção do bicomcombustível aumenta o número de empregos tanto no campo quanto na indústria em virtude de sua fabricação reclamar mão de obra especializada e nos cuidados com as culturas que fornecem matéria prima.

Em âmbito ambiental segundo o Decreto-Lei n.º 169/2012, anexo I, não há problemas do uso na agricultura, desde que este não esteja como particulado atmosférico.

Logo, o trabalho via a produção do biodiesel utilizando pó de mármore como catalisador, contribuindo para o melhor aproveitamento do mesmo, quanto ao destino deste rejeito em relação ao meio ambiente, fazendo com que ocorra um decréscimo do descarte do pó do mármore, justamente devido ao uso que lhe será dado, contribuirá também para as melhores condições de produção do biodiesel metílico de óleo de soja através do planejamento fatorial para que com isso o impacto ambiental que ocorre nos aterros sanitários devido ao descarte desse pó, seja de certa forma mitigada.

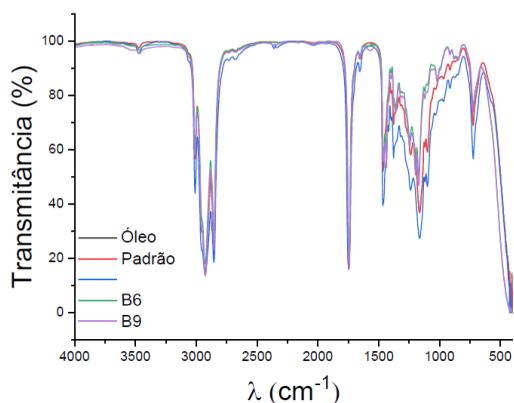


Figura 1. Espectros de FTIR de Biodiesel padrão, biodiesel produzido com catalisador seco a 300°C (B3), 600°C (B6) e 900°C (B9)

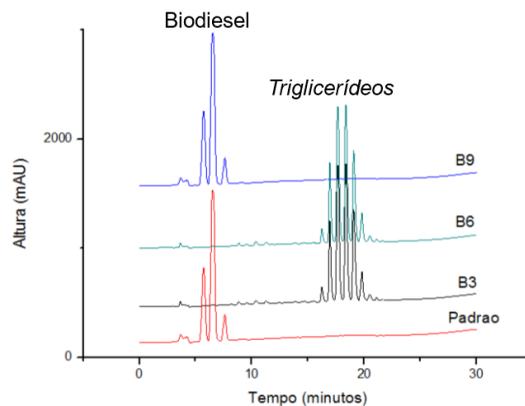


Figura 2. Curvas de CLAE de Padrão de Biodiesel e as amostras sintetizadas

Histórico do Biodiesel

De acordo com Dabdoub e colaboradores³, as primeiras ideias e conceitos sobre os biocombustíveis são bastante antigos, vindas atrás de engenheiro mecânico Alemão chamado Rudolf Diesel, que foi o primeiro homem a produzir um biocombustível, cujo sua reação era do uso do óleo vegetal como principal matéria prima para formação do biocombustível, primeiramente apenas para o seu uso próprio em uma máquina presente em sua fazenda. Então no ano de 1900, Diesel conseguiu demonstrar que o seu motor da sua máquina tinha um ótimo funcionamento com o uso do biocombustível que ele fabricou com óleo de amendoim.

Mesmo com a demonstração de Rudolf Diesel na Exposição Universal de Paris em 1900, percebia ainda uma grande demanda de oferta de petróleo, que juntamente com o seu preço acessível fariam com que esse combustível (petróleo), fosse nos anos seguintes os preferidos, fazendo com que os biocombustíveis oriundos dos óleos fossem deixados para outros fins.

A aceitação dos biocombustíveis no mercado e no mundo demorou um pouco para acontecer devido a algumas falhas e falta de incentivos para essa nossa forma de combustível. Foi então que de acordo com Dabdoub e colaboradores³, nos anos 70 através dos EUA que o tema biocombustível voltou a entrar em pauta, graças a um dos eventos de mais importância para o incentivo a essa

nova ideia desenvolvida pela EPA (Agência de Proteção Ambiental), que começou a ter direito a fiscalização dos padrões de emissões, como por exemplo, um dos gases mais poluentes para a atmosfera, o enxofre, favorecendo assim as iniciativas de se produzir novos tipos de energias.

Daí em diante foram surgindo novas leis e incentivos direcionadas a essas novas formas de energia, que mitigavam de certas formas alguns problemas relacionados a emissão de gases poluentes.

Histórico no Brasil

As primeiras ideias sobre biocombustíveis no Brasil já eram feitas a algum tempo, e em 1925, foi feita a primeira comprovação de que esse biocombustível funcionava, pois o primeiro carro movido a álcool viajou do Rio de Janeiro até São Paulo andando cerca de 430 km.⁴⁻⁷

Após esse período, a corrente trajetória do biodiesel começou a ter seus planos designados com a ajuda INT (Instituto Nacional de Tecnologia), no século 20, ganhando seu devido destaque com a criação do Plano de Produção de Óleos Vegetais, que foi criado em 1970, para incentivar a produção de óleos para fins energéticos que tinha como principal objetivo a substituição de 30% do diesel pelo biodiesel. Porém graças novamente aos custos do petróleo que se estabilizaram e com o início do programa Proálcool que é um programa “para amenizar os efeitos negativos da crise, fez com que o governo brasileiro voltasse para

pesquisas com o objetivo de encontrar uma alternativa energética renovável para substituir o petróleo^{9,8-10} ocorreu uma nova desaceleração do programa de biocombustíveis.¹¹

Mesmo com essa desaceleração do programa muitos projetos continuam a ser desenvolvidos, e em 1980 ocorreu o pedido de registro da primeira patente brasileira feita pelo engenheiro químico Expedito José de Sá Parente, registrado no INPI (Instituto Nacional de Propriedade Industrial).^{4,5}

A situação atual no Brasil é de certa forma animadora para um futuro, a situação presente no país se encontra em baixa. Dois pontos são para formação desta opinião, a primeira é a baixa produção de biodiesel, visto que a quantidade de biodiesel produzido não supriu a quantidade necessária para marco regulatório, mesmo

que a ANP (Agência Nacional do Petróleo) possa ter adquirido milhões de litros de mais de biodiesel. E segundo é o problema em relação ao custo das matérias primas necessário, pois o custo da produção do biodiesel ultrapassa o preço do óleo diesel mineral.

Marmorarias no Brasil

De acordo com Matta¹², a história das minas de mármore no Brasil começaram em 1982 quando a primeira mina foi registrada através do Cadastro Geral das Minas Brasileiras do DNPM, encontrava no norte do estado do Rio de Janeiro, no município de Campos, porém o direito de lavra já havia sido liberado em 1937 a ITALVA LTDA, uma indústria de mármore, através do Código de Mineração – Decreto Lei 227, de 28/02/1967, que diz sobre a União administrar

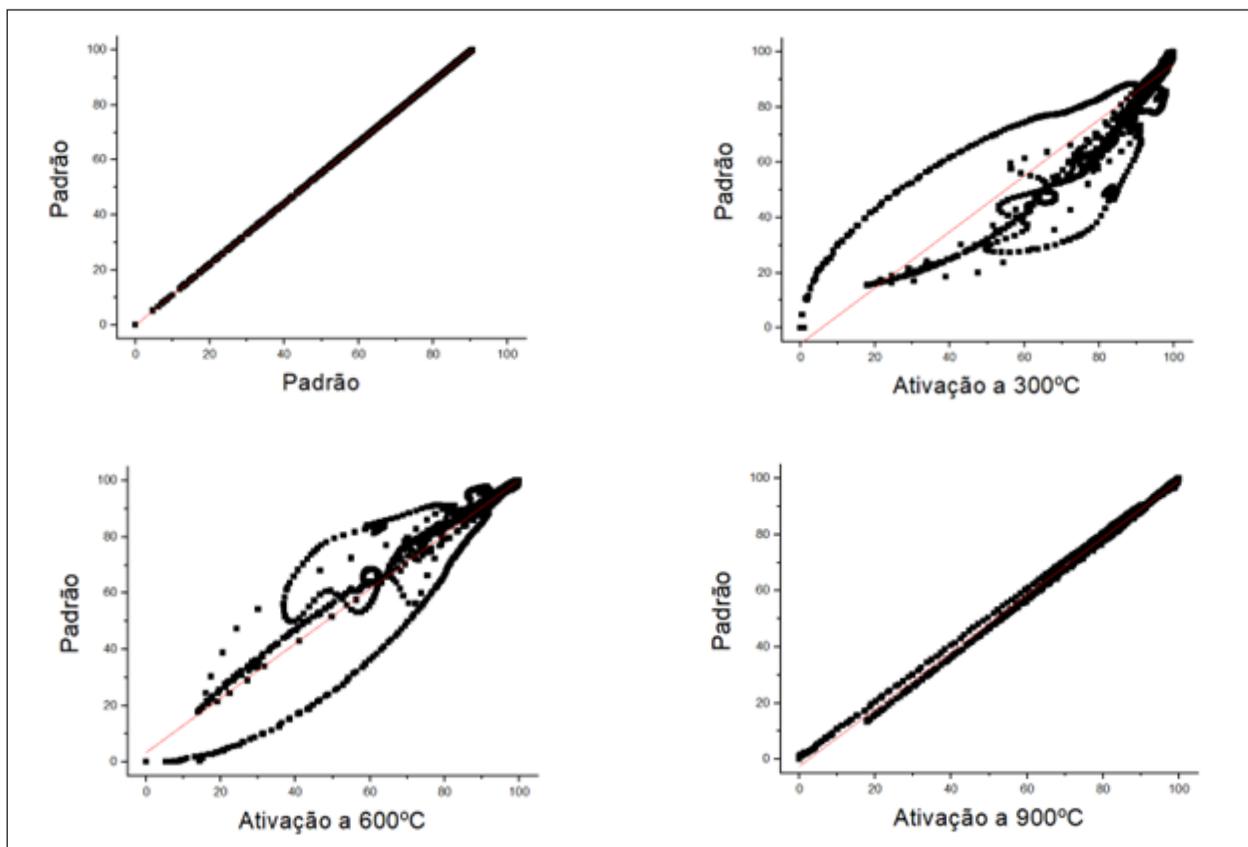


Figura 3. Correlações de Transmitâncias dos espectros de Biodiesel Padrão contra os produzidos com pó de mármore

os recursos minerais, a indústria de produção mineral e a distribuição, o comércio e o consumo de produtos minerais. Com isso as lavras granito e mármore começaram entre os anos 60 e 70, quando houve uma evolução nas indústrias de beneficiamento.¹³

As indústrias de beneficiamento de mármore no Brasil começaram a serem feitas através de moldes artesanais por imigrantes portugueses e italianos. Devido à grande concorrência sofrida através das importações de mármore essas indústrias não conseguiram se desenvolverem com seus métodos rudimentares. Com a crescente procura do material no país, nos últimos 50 anos ocorreu uma grande impulsão das indústrias de mármore acentuando seu crescimento a cada dia, deixando um grande potencial evolutivo nesta área no Brasil.¹²

REJEITOS DO CORTE DE PEÇAS DE MÁRMORE

De acordo com Silva e colaboradores¹⁴, “*O mármore é um calcário metamórfico cristalino, basicamente constituído por calcita (CaCO₃) e o granito é uma rocha ígnea, constituída principalmente por feldspatos, quartzo e micas.*” Analisando os resíduos de mármore e dos granitos é possível observar que estes exercem uma característica não plástica, tendo em sua maioria dos constituintes químicos: sílica (SiO₂) e a alumina (Al₂O₃), juntamente com a cal (CaO) e óxidos alcalinos (Na₂OK₂O). Com isso, este rejeito apresenta-se como uma boa opção para ser aproveitado e incorporado em massas argilosas e produtos com materiais cerâmicos.¹⁴

A quantidade de resíduos gerados pelas pedras e granitos em sua maioria, cerca de 30 a 40%, vem diretamente das suas etapas de produção, facilitando assim a fiscalização das leis ambientais. Então as empresas atualmente tentam de um modo geral mudar esse panorama e não ficar no limite dessas leis, mesmo com a alta quantidade de resíduos gerados por elas.^{15,16}

O ruído gerado na produção do mármore pode causar inúmeros problemas devido a sua exposição, sendo uma das principais a perda auditiva induzida pelo ruído (PAIR), é uma doença onde seu quadro na maioria das vezes se encontra irreversível e é encontrado em uma quantidade considerável nos trabalhadores que atuam no setor. Algum dos outros problemas que o ruído poderá causar: zumbido

no ouvido, alteração digestivas e cardíacas, fadiga, dor de cabeça e redução na concentração.¹⁷

Esse ruído ou lama residual entram em diversas classificações separadas entre normas, resoluções, conselhos e políticas, para assim poder ter um padrão e buscar uma classificação para estes resíduos. Classificação de acordo com Gobbo:

- NBR 10004: classificado como classe III (material inerte), em que se faz menção das rochas. No entanto, não se faz referência específica aos finos e lama gerados.
- Resolução 307: classifica-se como classe B, os quais são entendidos como “resíduos recicláveis para destinações, como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e outros; onde abrangeriam também os finos de serragem, polimento e lustro”.
- Anteprojeto de Política Estadual de Resíduos Sólidos: encaixam-se na categoria II, os quais são “resíduos industriais provenientes de atividades de pesquisa e de transformação de matérias-primas e substâncias orgânicas em novos produtos, por processos específicos, bem como os provenientes das atividades de mineração e extração, de montagem e manipulação de produtos acabados e aqueles gerados em áreas de utilidade, apoio, depósito e de administração das indústrias similares”.
- Projeto de Lei 611: os resíduos de marmorarias se encaixariam dentre aqueles “gerados em comércio, escritórios e serviços”, onde o seu possuidor se desprenda ou tenha a intenção ou a obrigação de desprender-se.

Materiais e Métodos

CLASSIFICAÇÃO GRANULOMÉTRICA

Após ser preparada, a amostra foi peneirada e dividida em várias amostras de acordo com a sua classificação granulométrica. Para separação e classificação granulométrica foi usada a amostra seca a 100°C e um granulador com as peneiras de 100, 270 e 400 Mesh. A porcentagem de amostra retida em casa peneira foi calculada a partir da Equação 1.

$$\% \text{ Amostra Retida} = \frac{\text{massa retida (g)} \times 100}{\text{massa total da amostra (g)}} \quad (1)$$

ATIVACÃO TERMIMA

Após filtração o material foi seco inicialmente a 100°C. Para avaliar o efeito da temperatura na atividade catalítica do pó de mármore e remover os resíduos orgânicos. Para isso o pó do mármore foi aquecido em três diferentes temperaturas, 300°C, 600°C e 900°C e resfriado em dessecador contendo sílica gel.

ATIVIDADE DO PÓ DE MÁRMORE (ÍNDICE DE BASICIDADE, I_B)

A Atividade foi avaliada de acordo com a quantidade de ácido necessária para neutralizar a basicidade do pó de mármore. Para a realização dessa atividade foi adicionada 0,100 gramas da amostra em um erlenmeyer juntamente com 10,0 mL de Ácido Clorídrico 0,1N e mantida sobe agitação por 30 minutos. O excesso de ácido foi titulado com hidróxido de sódio 0,1N usando fenolftaleína como indicador. É necessário a realização de um branco. Para calcular a atividade foi usada a Equação (2), que é a relação entre quantidade de OH⁻ neutralizada por grama de Amostra (mg OH⁻/g).

$$I_B = \frac{(\text{Branco}-\text{Amostra}) \times \text{Normalidade Real} \times 17}{\text{massa da amostra (g)}} \quad (2)$$

SÍNTESE DE PADRÃO DE BIODIESEL METÁLICO DE SOJA

Para a produção de biodiesel padrão foi adicionado 0,13g de carbonato de sódio anidro, seco a 300°C. Foram adicionados 67 mL de metanol e 45 g de óleo de soja, o meio reacional foi aquecido sobe refluxo e sob agitação por 2 horas. Para o biodiesel com o pó-de-mármore 4,51g de pó de mármore, equivalente a 10% em massa, seco a 300°C, 600°C e 900°C, e 67 ml de metanol. O processo foi o mesmo utilizado para síntese do padrão de biodiesel. Após o aquecimento o meio reacional foi filtrado para retirar o catalisador. Para separar a glicerina, foi removido o metanol por destilação a vácuo com a pressão de -550 mm de mercúrio, com a temperatura igual a 80°C. Feito isso, o biodiesel foi para o processo de separação, onde ficou em um funil de separação, a fase da glicerina (que é a parte mais densa), ficou na parte de baixo do funil e a superior é o biodiesel. Porém para ajudar na separação de tais, foi adicionada uma solução saturada de cloreto de sódio e hexano. A lavagem foi realizada três vezes para garantir a retirada da glicerina. Após a lavagem o biodiesel foi destilado a vácuo, nas mesmas condições anterior, para retirar o hexano.¹⁸

CARACTERIZAÇÃO POR FTIR E CLAE

A análise de HPLC foi efetuada pelo laboratório SIQUIM do Departamento de processos orgânicos segundo método de Andrade.¹⁹ A análise de FTIR foi realizada em um equipamento Varian modelo 3100 FTIR Excalibur Series com resolução de 4 cm-1, 20 varreduras de 4000 a 400 cm-1.

Tabela 1. Valores de R² Residual Sum Squares e Root-MSE das curvas de padrão de biodiesel versus amostras

Gráfico	R ²	Residual Sum Squares	Root-MSE
Padrão x óleo	0,90782	78073,59002	6,46839
Padrão x Padrão	1,00000	4,34664x10 ⁻¹⁷	3,562x10 ⁻¹⁴
Padrão x Ativação 300°C	0,84191	163546,98321	9,36193
Padrão x Ativação 600°C	0,90785	78073,59005	6,46848
Padrão x Ativação 900°C	0,99805	1711,36261	0,95767

Resultados e Discussão

Após a pré-secagem, o pó-de-mármora foi classificado granulometricamente. A menor porcentagem é a da amostra de 100 Mesh, com apenas 2,42% do total coletado, enquanto as amostras de 270 e 400 Mesh apresentam 28,73% e 27,24% respectivamente. Para a produção de biodiesel, a fração utilizada foi a de 400 Mesh, por estar em maior quantidade.

Com a determinação do índice de basicidade, foi possível obter o valor de atividade em mg OH/g de amostra. Os valores de Índice de basicidade mostraram crescimento em relação a maior temperatura de ativação. Foi encontrado $349,4 \pm 4,6$ mg OH/g para 100°C, $432,1 \pm 7,8$ mg OH/g para 300°C, $465,2 \pm 2,9$ mg OH/g para 600°C e $574,3 \pm 1,6$ mg OH/g para 900°C. Os resultados mostram que a ativação térmica melhorou o Índice de Basicidade em maiores temperaturas, provavelmente a desidroxilação e descaboxilação das espécies contidas na amostra.

A caracterização do biodiesel foi realizada por FTIR e CLAE. Na análise de FTIR, as bandas que caracterizam da transesterificação do óleo são observadas em torno de 1196 e 1169 cm^{-1} . As bandas estão presentes no espectro de FTIR, o que colabora para concluir que o biodiesel padrão foi obtido com sucesso (Figura 1).²⁰

Segundo Andrade e colaboradores¹⁹ na análise de CLAE/UV é possível visualizar separadamente os produtos da transesterificação na seguinte ordem: monoglicérides (MAG), de ésteres metílicos (EsMAG), diglicérides (DAG) e triglicérides (TAG) respectivamente. O gráfico de CLAE do padrão de biodiesel sintetizado é mostrado na Figura 2. É possível visualizar a presença de uma pequena fração e MAG e os EsMAG do biodiesel metílico de óleo de soja.

É possível correlacionar o erro e o R^2 como forma de igualdade matemáticas entre os espectros. Desta forma o catalisador que obteve melhor resultado foi o seco a 900°C. Os valores são mostrados na Tabela 1.

Como mostrado na Figura 1, a diferença de biodiesel e óleo de soja não é muito clara por comparação de espectros de FTIR. Para facilitar a interpretação dos espectros foram

traçadas retas com os dados de transmitância do biodiesel padrão e dos produzidos com pó de mármore. As curvas podem ser observadas na Figura 3.

Conclusão

Os resultados de FTIR e CLAE mostraram que foi obtido um biodiesel, considerado como padrão com sucesso. Com base nos resultados de CLAE e FTIR é possível verificar que a melhor temperatura para secagem do pó de mármore para sua utilização como catalisador é a de 900°C.

Referências

1. Silva, P. R. F. da; Freitas, T. F. S. de. Biodiesel: The Charge and the Bond of the Fuel Producing. *Ciênc. Rural* **2008**, *38* (3), 843–851. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000300044>.
2. Guarieiro, L. L. N.; Pinto, A. C.; Aguiar, P. F. de; Ribeiro, N. M. Determination of Biodiesel Percentage in Biodiesel: Diesel Mixtures Using Mid-Infrared Spectroscopy. *Quím. Nova* **2008**, *31* (2), 421–426. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422008000200041>.
3. Dabdoub, M. J.; Bronzel, J. L.; Rampin, M. A. Biodiesel: visão crítica do status atual e perspectivas na academia e na indústria. *Quím. Nova* **2009**, *32*, 776–792. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000300021>.
4. Almeida, J. P. de. *Biodiesel o “Óleo Filosofal”: desafios para a educação ambiental no caldeirão do “desenvolvimento sustentável”*; Centro Edelstein, 2010. <https://doi.org/10.7476/9788579820274>.
5. Kohlhepp, G. Análise da situação da produção de etanol e biodiesel no Brasil. *Estud. Av.* **2010**, *24*, 223–253. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142010000100017>.
6. Pompelli, M. F.; Jarma Orozco, A. de J.; de Oliviera, M. T.; Monteiro Rodrigues, B. R.; Barbosa, M. O.; Guida Santos, M.; Morais de Oliveira, A. F.; de Almeida-Cortez, J. S.; Fonseca-Moreno, L. P. Crise energética mundial e o papel do Brasil na problemática de biocombustíveis. *Agron. Colomb.* **2011**, *29* (2), 423–433.
7. Salsotto, V. *Vale a pena desenvolver o biodiesel? « Brasil, economia e governo.* <http://www.brasil-economia-governo.org.br/2012/09/03/vale-a-pena-desenvolver-o-biodiesel/> (accessed 2022-06-20).
8. Pinto, A. C.; Guarieiro, L. L. N.; Rezende, M. J. C.; Ribeiro, N. M.; Torres, E. A.; Lopes, W. A.; Pereira, P. A. de P.; Andrade, J. B. de. Biodiesel: An Overview. *J. Braz. Chem. Soc.* **2005**, *16* (6B), 1313–1330. <https://doi.org/10.1590/S0103-50532005000800003>.

9. Romão, E. M.; Lima, R. P. de. Empreendedorismo e inovação no Brasil: Biocombustíveis uma estratégia para o desenvolvimento. *Meio Ambiente Bras.* **2021**, *3* (2).
10. Stolf, R.; Oliveira, A. P. R. de. THE SUCCESS OF THE BRAZILIAN ALCOHOL PROGRAM (PROÁLCOOL) - A DECADE-BY-DECADE BRIEF HISTORY OF ETHANOL IN BRAZIL. *Eng. Agríc.* **2020**, *40*, 243–248. <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v40n2p243-248/2020>.
11. *Biodiesel - Portal Embrapa*. <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/agroenergia/biodiesel> (accessed 2022-06-20).
12. Matta, P. M. da. Prospecção e pesquisa de rochas ornamentais: uma contribuição à produção limpa; CETEM/SBG, **2003**.
13. Peres, A. E.; Cabello, M. L.; Martins, A. H.; Silva, R. G.; Pereira, C. A. MÉTODOS DE LAVRA APLICADOS À EXTRAÇÃO DE ROCHAS ORNAMENTAIS. *HOLOS* **2012**, *5*, 167–173. <https://doi.org/10.15628/holos.2012.1057>.
14. Silva, J. B.; Hotza, D.; Segadães, A. M.; Acchar, W. Incorporation of Marble and Granite Sludge in Clay Materials. *Cerâmica* **2005**, *51* (320), 325–330. <https://doi.org/10.1590/S0366-69132005000400004>.
15. Moreira, J. M. S.; Manhães, J. P. V. T.; Holanda, J. N. F. Reaproveitamento de resíduo de rocha ornamental proveniente do Noroeste Fluminense em cerâmica vermelha. *Cerâmica* **2005**, *51*, 180–186. <https://doi.org/10.1590/S0366-69132005000300002>.
16. Raymundo, V.; Neves, M. A.; Cardoso, M. S. N.; Bregonci, I. S.; Lima, J. S. S.; Fonseca, A. B. Resíduos de serragem de mármore como corretivo da acidez de solo. *Rev. Bras. Eng. Agríc. E Ambient.* **2013**, *17*, 47–53. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000100007>.
17. Viegas, M.; Lincoln, A.; Maldonado Bentes, F.; Silva, J.; Bussacos, M.; Matsuo, M. *Estudo Das Condições de SST No Setor de Beneficiamento de Mármore e Granitos No Estado Do Rio de Janeiro*; **2015**. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21129.60005>.
18. Guarieiro, L. L. N.; Pinto, A. C.; Aguiar, P. F. de; Ribeiro, N. M. Determination of Biodiesel Percentage in Biodiesel: Diesel Mixtures Using Mid-Infrared Spectroscopy. *Quím. Nova* **2008**, *31* (2), 421–426. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422008000200041>.
19. Andrade, D.; Mazzei, J.; d'Ávila, L. Separation of Acylglycerols from Biodiesel by High Performance Liquid Chromatography and Solid-Phase Extraction. *Rev. Virtual Química* **2011**, *3*, 452–466. <https://doi.org/10.5935/1984-6835.20110050>.
20. Ferreira da Silva Neto, J.; Silva Machado, J.; Mendes, F.; de Sousa Rios, M. A.; da Costa Assunção, J. C.; Maia da Silva, F. F.; Mathias Macêdo, A. A.; Volken de Souza, C. F.; Ferreira da Silva Neto, J.; Silva Machado, J.; Mendes, F.; de Sousa Rios, M. A.; da Costa Assunção, J. C.; Maia da Silva, F. F.; Mathias Macêdo, A.

A.; Volken de Souza, C. F. Óleo e azeite de coco babaçu (*Orbignya speciosa* Mart.) como matérias-primas para produção de biodiesel. *Rev. ION* **2021**, *34* (2), 95–104. <https://doi.org/10.18273/revion.v34n2-2021009>.

Edson R. F. Santos^{1,2*}, Gabriel F. N. Oliveira³, Rogério C. D. Silva⁴, Fernando G. S. Junior⁵ & Felipe L. C. Costa²

¹ COTEC-Anápolis Governador Onofre Quinan, Viela Vp-4D - Distrito Agro-Industrial de Anápolis (D A I A), Anápolis - GO, 75132-105.

² Centro de Tecnologia/Unifeso- Universidade da Serra dos Órgãos, Av. Alberto Torres, 111 - Alto, Teresópolis - RJ, 25964-004.

³ Universidade Paulista, Rua Dr. Júlio César Ribeiro de Souza, 1332 - Hauer - Curitiba - PR, 81630-200.

⁴ Petrobras, Av. República do Chile, 65 - Centro, Rio de Janeiro - RJ, 20031-912.

⁵ LaBioS, Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano, Centro de Tecnologia - Cidade Universitária, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ, 21941-914.

*E-mail: edinhorfs@gmail.com