

AVALIANDO A OXIDAÇÃO DO BIODIESEL ISOAMÍLICO DO ÓLEO DE SOJA E GORDURA SUÍNA POR RMN ¹H, DENSIDADE E VISCOSIDADE

Eliomar Pivante Céleri

Programa de Pós-graduação em Química - UFES
eliomar.pivante@gmail.com

Valdemar Lacerda Júnior

Departamento de Química – UFES
valdemar.lacerda@ufes.br

Audrei Giménez Barañano

Departamento de Engenharia Rural - UFES
audrei3@gmail.com

RESUMO

Este estudo se concentrou na investigação do perfil oxidativo de biodiesel por meio de análises de RMN ¹H bem como na avaliação de propriedades físicas, como densidade e viscosidade. Utilizando a RMN ¹H pelo método de tubo de inserção, os sinais em δ 2,00; δ 2,29; δ 2,75 e δ 5,32 foram monitorados, refletindo o grau de insaturação e a formação de compostos carbonilados. Após 24 horas de oxidação, ambos os tipos de biodiesel revelaram aumento de compostos saturados e diminuição de insaturados e carbonilados. No entanto, após esse período, surgiram diferenças significativas: o biodiesel de óleo de soja apresentou aumento de insaturados e carbonilados, enquanto o de gordura suína exibiu comportamento oposto. Isso indica formação de produtos de oxidação primária e sua subsequente conversão em espécies de oxidação secundária, ressaltando a importância dessas análises na compreensão do perfil oxidativo. A discrepância comportamental observada após 24 horas sugere que a composição dos ácidos graxos e a estrutura do álcool esterificante desempenham um papel crucial na formação e estabilidade dos compostos de oxidação secundária. Assim, a otimização da composição de matérias-primas e processos de produção surge como uma estratégia promissora para aprimorar a qualidade e a durabilidade dos biodieseis.

Palavras-chave: Álcool isoamílico. Ácidos graxos. Estabilidade oxidativa. Ressonância magnética nuclear. Tubo de inserção.

EVALUATING THE OXIDATION OF ISOAMYLIC BIODIESEL FROM SOYBEAN OIL AND PORK FAT THROUGH ¹H NMR, DENSITY, AND VISCOSITY

ABSTRACT

This study focused on investigating the oxidative profile of biodiesel through ¹H NMR analysis as well as the assessment of physical properties such as density and viscosity. Using the ¹H NMR method with an insertion tube, signals at δ 2.00, δ 2.29, δ 2.75, and δ 5.32 were monitored, reflecting the degree of unsaturation and the formation of carbonyl compounds. After 24 hours of oxidation, both types of biodiesel showed an increase in saturated compounds and a decrease in unsaturated and carbonyl compounds. However, after this period, significant differences emerged: soybean oil biodiesel showed an increase in unsaturated and carbonyl compounds, while pork fat biodiesel exhibited the opposite behavior. This indicates the formation of primary oxidation products and their subsequent conversion into secondary oxidation species, highlighting the importance of these

analyses in understanding the oxidative profile. The behavioral discrepancy observed after 24 hours suggests that the composition of fatty acids and the structure of the esterifying alcohol play a crucial role in the formation and stability of secondary oxidation compounds. Thus, optimizing the raw material composition and production processes emerges as a promising strategy to enhance the quality and durability of biodiesel.

Key words: Isoamyl alcohol. Fatty acids. Oxidative stability. Nuclear magnetic resonance. Insertion tube.

1. INTRODUÇÃO

O biodiesel apresenta potencial como substituto ao diesel, caracterizando-se por sua origem renovável e pela redução das emissões de gases tóxicos durante a combustão, além de menor impacto sobre organismos aquáticos e solos, comparado ao diesel. A obtenção do biodiesel ocorre predominantemente a partir da reação de transesterificação, onde ácidos graxos (triacilglicerídeos) reagem com um álcool na presença de catalisador. A reação resulta na formação de ésteres alquílicos de ácidos graxos (biodiesel), e glicerol como co-produto (Topare et al. 2022).

A inclusão de 12% de biodiesel na composição do diesel é um requisito obrigatório no Brasil desde 1º de abril de 2023 (BRASIL 2023), representando a principal forma de sua utilização. A limitação ao uso do biodiesel em sua forma pura reside no custo, que é superior ao do diesel, especialmente devido aos gastos de produção. Para mitigar esse aspecto, sugere-se a utilização de resíduos de baixo valor, como gorduras animais e óleo residual, como fontes de triacilglicerídeos, bem como o emprego de óleo fúsel como fonte alcoólica, uma abordagem alinhada com princípios ecologicamente corretos (Binhweel, Hossain, e Ahmad 2023).

Um desafio adicional enfrentado pela indústria do biodiesel é a propensão à oxidação mais rápida do biodiesel em comparação ao diesel convencional. Para mitigar esse problema, podem ser empregados antioxidantes, tanto naturais quanto sintéticos, proporcionando estabilidade ao biodiesel e reduzindo as emissões de gases de efeito estufa durante a combustão. A oxidação do biodiesel ocorre por mecanismos diversos, incluindo termooxidação, fotooxidação e autooxidação, sendo esta última a mais prevalente (Berman et al. 2016).

A reação de autooxidação envolve três estágios: iniciação, onde radicais alílicos se formam em ácidos graxos insaturados dos triacilglicerídeos (Equação 1); propagação, em que os radicais reagem com oxigênio molecular, formando radicais peróxidos (Equação 2), que, por sua vez, se estabilizam por meio da geração de novos radicais ésteres (Equação 3); e término, quando os produtos radicais reagem entre si, resultando em produtos não radicais de elevada massa molecular (Equações 4-6), estes produtos, por serem instáveis, são decompostos em diferentes espécies orgânicas, como álcoois, aldeídos, cetonas, ésteres e ácidos carboxílicos (Berman et al. 2016)



As propriedades físico-químicas do biodiesel sofrem alterações devido à oxidação, incluindo densidade, acidez, viscosidade e ponto de entupimento de filtro a frio. Isso resulta em não conformidade com os padrões de qualidade estabelecidos pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP).

Fatores como presença de ar em tanques de armazenamento, luz, temperatura elevada, íons metálicos, catalisador residual e microrganismos podem acelerar a auto-oxidação (Masudi et al. 2022). A composição do óleo ou gordura utilizada também afeta a estabilidade oxidativa, triacilgliceróis ricos em ácidos graxos poli-insaturados são mais suscetíveis a autooxidação devido à formação facilitada de radicais (Lanjekar e Deshmukh 2016).

No Brasil, a ANP requer estabilidade à oxidação do biodiesel superior a 8 horas a 110 °C. A União Europeia e os Estados Unidos aceitam estabilidade superior a 6 horas à mesma temperatura. O método oficial de análise é o Rancimat, mas outros, como o Petro-Oxy e análises espectrofotométricas, são comuns (de Menezes et al. 2022; Longanesi et al. 2022).

O método Rancimat acelera a oxidação a 110 °C. Ar desumidificado é passado pelo biodiesel em um compartimento fechado; os produtos voláteis da oxidação são direcionados

para um segundo compartimento e solubilizados em água, cuja condutividade elétrica é monitorada. O período de indução, em horas, indica a estabilidade oxidativa, encontrado com o aumento abrupto da condutividade elétrica, sinalizando a perda de estabilidade do biodiesel (Focke, Westhuizen, e Oosthuysen 2016).

Entretanto, a oxidação do biodiesel gera espécies não voláteis não analisadas pelo método oficial. A Ressonância Magnética Nuclear de Prótons (RMN ¹H) é valiosa para analisar essas espécies. Neste trabalho, avaliou-se o perfil oxidativo do biodiesel isoamílico de soja e gordura suína utilizando essa técnica, sendo o primeiro relato da utilização desta técnica de análise de estabilidade oxidativa para este tipo de biodiesel.

2. METODOLOGIA

O biodiesel foi sintetizado em um balão de fundo redondo imerso em um banho de glicerina aquecido a 80°C, sendo agitado por uma chapa de agitação magnética. A reação teve duração de 6 horas, e para evitar a volatilização do álcool, um sistema de refluxo a 15°C foi utilizado. A proporção mássica utilizada na reação foi de 9 partes de álcool para 1 parte de óleo, com uma proporção em massa de 5% do catalisador ácido sulfúrico em relação a parte de óleo.

O álcool empregado foi o isoamílico devido à sua viabilidade de obtenção a partir de subprodutos da produção sucroalcooleira, (Tebas et al. 2021). A catálise ácida foi selecionada por induzir uma maior conversão das matérias-primas utilizadas neste estudo (CÉLERI, NETO, e BARAÑANO 2022), que foram óleo de soja

(OS) uma fonte mais insaturada, portanto mais propensa a oxidação e gordura suína (GS), uma fonte mais saturada, sendo mais estável ao processo oxidativo.

Após a separação do biodiesel da glicerina, a qual é formada como subproduto da reação, o biodiesel foi neutralizado com NaOH 0,1 mol.L⁻¹ para eliminar o efeito do catalisador e, posteriormente, desidratado com sulfato de cálcio para remover a umidade. Em seguida, o biodiesel foi submetido a um processo de oxidação em uma estufa a 110°C durante 48 horas.

Para avaliar o perfil oxidativo dos biodieseis, foram coletadas amostras em intervalos de 0, 24 e 48 horas durante o processo de oxidação. As leituras de RMN ¹H foram realizadas em um espectrômetro Varian, modelo VNMR400, operando a 9,4 T, equipado com uma sonda de 5 mm BB ¹H/¹⁹F/X. As amostras, contendo aproximadamente 10 mg, foram diluídas em clorofórmio deuterado (0,6 mL) e sujeitas a análise de RMN de ¹H, utilizando 128 varreduras a uma temperatura de 26°C.

Durante a oxidação todas as espécies químicas presentes no biodiesel podem ser alteradas, por este motivo a utilização de um padrão externo deve ser utilizada. Fez-se o uso do método de tubo de inserção para avaliar a o perfil oxidativo dos biodieseis. Para isto, utilizou-se um tubo com concentração conhecida de ácido maleico e os espectros foram obtidos juntamente com o ácido de referência. Na leitura em 0 h o sinal dos prótons alfa-carboxílicos foi padronizado em 200 para os resultados serem expressos em porcentagem (Doudin 2021) e o valor da integração do ácido maleico foi

padronizado, este valor padrão foi utilizado nos demais espectros.

Também foram avaliadas a viscosidade a 40°C e a densidade a 20°C dos biodieseis antes e após o período de oxidação. A densidade foi determinada por meio de um densímetro digital da marca Anton Paar, enquanto a viscosidade foi analisada utilizando um viscosímetro do tipo Oswald. O viscosímetro foi inserido em um béquer contendo água destilada a 40°C e após a leitura do tempo de escoamento dos biodieseis pelo capilar, foi realizado os cálculos correlacionados com o tempo de escoamento de um líquido conhecido, neste caso a água.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

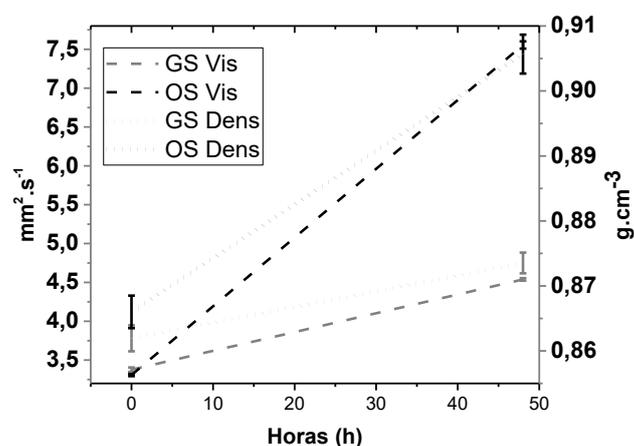
Os espectros de RMN ¹H dos biodieseis exibiram deslocamentos químicos (δ) característicos dos prótons presentes em ácidos graxos já documentados, δ 0,86 prótons metílico terminal, δ 1,28 prótons alifáticos, δ 1,59 prótons β -carbonila, δ 2,00 prótons alílicos, δ 2,29 prótons α -carbonila, δ 2,75 prótons bis-alílicos e em δ 5,32 prótons olefinicos (Singh, Kumar, e Blümich 2019; Tariq et al. 2011).

Nenhum sinal foi observado em valor de deslocamento químico superior a 7 ppm, além do sinal característico do solvente (CCl₃D) que pode ser convertido em CCl₃H, evidenciando que ácidos carboxílicos (δ 11 – 12), aldeídos (δ 9 – 10) e compostos aromáticos (δ 7 – 8) (Engel et al. 2012), que são formados durante a oxidação, são preferencialmente voláteis, e não permanecem no biodiesel, portanto esses compostos são eficientemente analisados pelo método RANCIMAT.

Chuck *et al.*, (2012) relataram que a formação de aldeídos ocorre durante o processo de oxidação do biodiesel metílico, a partir de um estágio específico dessa reação. Constatou-se que os níveis de aldeídos atingem um valor máximo e subsequentemente diminuem até não serem mais detectados nos espectros de RMN ^1H . No entanto, uma vez que este estudo representa a primeira investigação da oxidação de ésteres isoamílicos utilizando RMN ^1H , não podemos concluir que o padrão de formação dessas espécies seja equivalente. É crucial fornecer novas evidências para sustentar essa afirmação. Recomenda-se explorar a possibilidade de aumentar os pontos de coleta de amostras, a fim de enriquecer a compreensão do processo de formação de aldeídos e sua evolução durante a oxidação dos ésteres isoamílicos.

Os biodieseis demonstraram um incremento nos valores de densidade a 20°C e viscosidade a 40°C ao longo do processo de oxidação, Figura 1. Esse aumento se revela mais significativo no caso do biodiesel de OS, devido à sua composição rica em ácidos graxos insaturados.

Figura 1 – Evolução da densidade (Dens) e viscosidade (Vis) dos biodieseis de OS e GS após a oxidação



Fonte: Os autores.

Após um período de 48 horas de oxidação, verificou-se que esse biodiesel apresentou valores de viscosidade a 40°C e densidade a 20°C que excederam os limites estipulados pela (ANP), estabelecidos em $6,00 \text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ e $0,90 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, respectivamente.

É digno de nota que o biodiesel derivado de GS evidenciou um valor de viscosidade dentro dos padrões aceitáveis para fins comerciais (3 a $6 \text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$) mesmo após o período de 48 horas de oxidação. Tal observação contrasta com a expectativa inicial, uma vez que a GS, com sua elevada concentração de ésteres saturados, poderia sugerir uma viscosidade superior àquela derivada do OS.

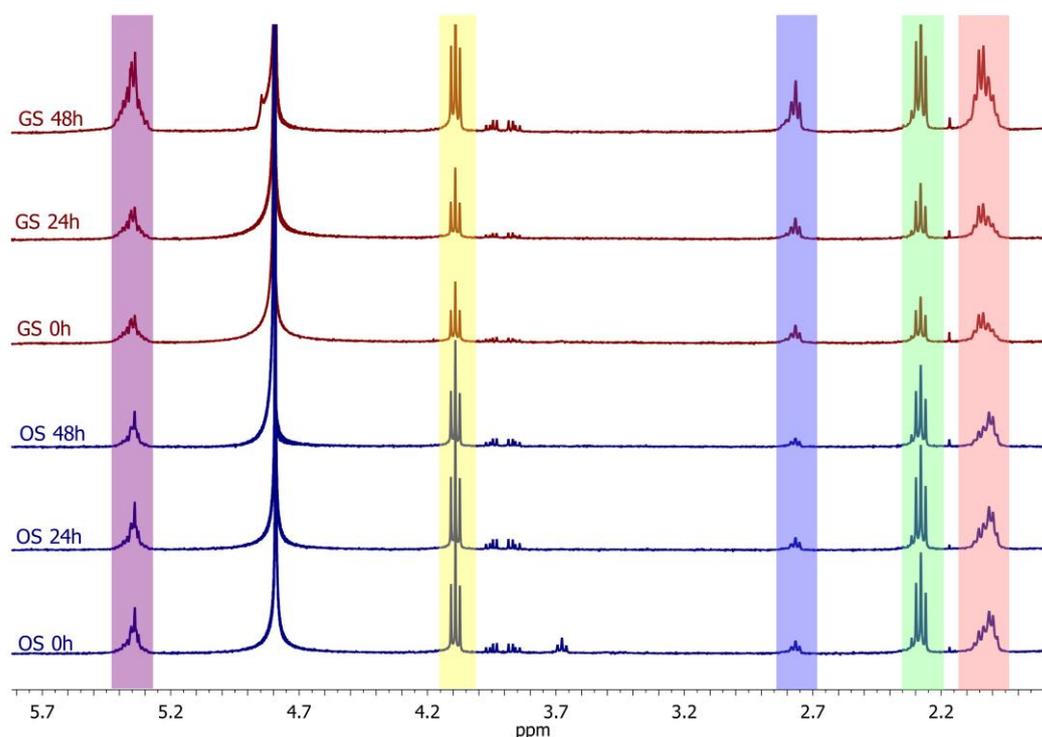
Porém, como relatado por Wang, Li e Li (2020) biodiesel originado de álcoois ramificados, como o isoamílico utilizado neste estudo, apresenta uma redução na viscosidade do biodiesel comparado a aqueles oriundos de álcoois lineares. Esse fenômeno possibilitou que o biodiesel oriundo da gordura suína se mantivesse em conformidade com os valores regulamentares desse parâmetro.

A modificação da viscosidade e densidade sinaliza uma modificação na composição do biocombustível, com ênfase na criação de componentes de elevada massa molecular, os quais impactam essas propriedades. No entanto, conforme evidenciado pela análise de RMN ^1H , estes elementos, aparentemente, não consistem em ácidos carboxílicos, aldeídos ou compostos aromáticos.

Portanto, para determinar o perfil oxidativo do biodiesel, foram monitorados os sinais em δ 2,00; 2,29; 2,75 e 5,32, ilustrado na

Figura 2. Os sinais em δ 2,00, 2,75 e 5,32 indicam o grau de insaturação do material e podem prever as alterações no perfil de saturação e insaturação do biodiesel (Doudin 2021). Por outro lado, o sinal δ 2,29 pode ser empregado para monitorar a formação de compostos carbonilados. O sinal identificado em δ 4,05 é referente aos prótons dos prótons do grupo CH_2 ligado ao oxigênio do éster, que caracteriza a obtenção de ésteres isoamílicos de ácidos graxos (TEBAS *et al.*, 2021).

Figura 2 – Sinais dos espectros de RMN ^1H utilizados para determinação do perfil oxidativo dos biodieseis



Fonte: Os autores.

Os resultados obtidos revelam que após 24 horas de oxidação, ambos os biodieseis exibem um comportamento similar, Figura 3. O percentual de compostos saturados aumenta, enquanto o percentual de compostos insaturados e carbonilados diminui.

No entanto, após o período de 24 horas, o comportamento diverge entre os dois tipos de biodiesel. No biodiesel de OS, observa-se um aumento nos compostos insaturados e carbonilados, já os compostos saturados diminuem. Já no caso do biodiesel de GS, ocorre

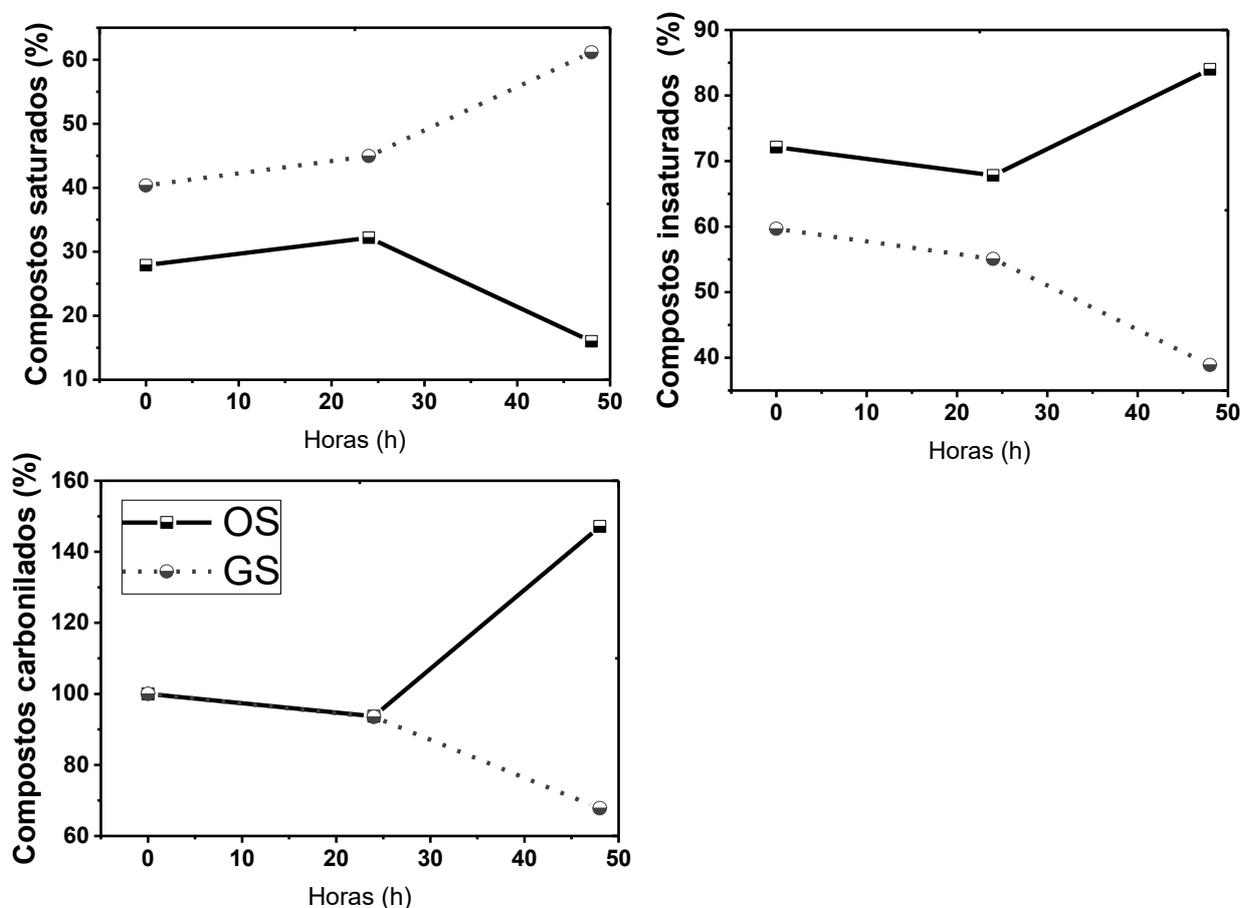
o inverso: redução dos compostos carbonilados e insaturados, e aumento dos compostos saturados.

Uma possível explicação para essas observações é que ao longo do processo de oxidação, há a formação inicial de produtos de oxidação primária, como hidroperóxidos e derivados oxigenados. Posteriormente, esses produtos podem ser convertidos em espécies de oxidação secundária, como dímeros e oligômeros de maior peso molecular, resultantes da polimerização oxidativa. (Berman et al. 2016).

O biodiesel derivado de GS manteve-se com o mesmo comportamento observado antes

das primeiras 24 horas de oxidação, o que pode ser interpretado como uma extensão dos estágios iniciais do processo de oxidação. Por outro lado, a mudança no comportamento do biodiesel de OS, observada após o período de 24 horas, pode ser associada à formação de compostos de oxidação secundária, especificamente compostos carbonilados. Esse fenômeno é evidenciado pelo aumento acentuado desse componente, o que está em concordância com o considerável aumento na viscosidade do biodiesel de OS.

Figura 3 – Perfil oxidativo dos biodieseis determinados por RMN ¹H



Fonte: Os autores.

A constância na formação de compostos de oxidação secundária, observada tanto no

biodiesel derivado de OS até 24 h de oxidação quanto no biodiesel de GS até 48 h, pode estar

associada à composição dos ácidos graxos presentes em ambas as matérias-primas e ao tipo de álcool utilizado durante o processo de esterificação. Estudos anteriores, como os conduzidos por Wang e colaboradores (2015) e Wang, Li e Li (2020) evidenciaram que o aumento no comprimento da cadeia carbônica e na ramificação do álcool utilizado na esterificação contribui para uma maior estabilidade frente à oxidação do biodiesel.

4. CONCLUSÃO

As análises de RMN ¹H foram cruciais para identificar as mudanças nos perfis de saturação e insaturação dos biodieseis durante o processo de oxidação. O comportamento divergente observado após 24 horas sugere que a composição dos ácidos graxos e a estrutura do álcool esterificante desempenham um papel significativo na formação e estabilidade dos compostos de oxidação secundária.

Considerando os achados, é possível inferir que o aumento da cadeia carbônica e a ramificação do álcool esterificante, como evidenciado em estudos anteriores, podem desempenhar um papel chave na conferência de maior estabilidade oxidativa aos biodieseis. Portanto, a otimização da composição de matérias-primas e dos processos de produção pode ser uma estratégia promissora para a melhoria da qualidade e durabilidade dos biodieseis.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao laboratório de Ressonância Magnética Nuclear do Núcleo de Competências em Química do Petróleo (NCPQ/UFES) pela realização das análises de RMN ¹H e a Fundação de Amparo a Pesquisa do Espírito Santo (FAPES) pela concessão de bolsa de mestrado.

REFERÊNCIAS

Berman, Paula, Nitzan Meiri, Charles Linder, e Zeev Wiesman. 2016. ¹H Low Field Nuclear Magnetic Resonance Relaxometry for Probing Biodiesel Autoxidation. *Fuel* 177 (agosto):315–325. doi:10.1016/j.fuel.2016.03.002.

Binhweel, Fozy, Md. Sohrab Hossain, e Mardiana Idayu Ahmad. 2023. Recent Trends, Potentials, and Challenges of Biodiesel Production from Discarded Animal Fats: A Comprehensive Review. *BioEnergy Research* 16 (2):778–800. doi:10.1007/s12155-022-10527-w.

BRASIL, Diário Oficial da União. 2023. DESPACHO DO PRESIDENTE DA REPÚBLICA - DOU - Imprensa Nacional. <https://www.in.gov.br/web/dou>.

CÉLERI, Eliomar Pivante, Álvaro Cunha NETO, e Audrei Giménez BARAÑANO. 2022. ESTUDO DA CATÁLISE ÁCIDA E BÁSICA HOMOGÊNEA PARA TRANSESTERIFICAÇÃO DE MISTURAS ÓLEO DE SOJA:GORDURA SUÍNA COM ÁLCOOL ISOAMÍLICO. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde* 21 (1):1–10. doi:<http://dx.doi.org/10.5892/ruvrd.v21i1.6520>.

Chuck, Christopher J., Chris D. Bannister, Rhodri W. Jenkins, John P. Lowe, e Matthew G. Davidson. 2012. A Comparison of Analytical Techniques and the Products Formed during the Decomposition of Biodiesel under Accelerated Conditions. *Fuel* 96 (junho):426–433. doi:10.1016/j.fuel.2012.01.043.

de Menezes, Larissa C., Eliane R. de Sousa, Gilmar S. da Silva, Aldaléa L. Brandes Marques, Helmara D. Costa Viegas, e Marcelo J. Castro dos Santos. 2022. Investigations on Storage and Oxidative Stability of Biodiesel from Different

Feedstocks Using the Rancimat Method, Infrared Spectroscopy, and Chemometry. *ACS Omega* 7 (35):30746–30755. doi:10.1021/acsomega.2c01348.

Doudin, Khalid I. 2021. Quantitative and Qualitative Analysis of Biodiesel by NMR Spectroscopic Methods. *Fuel* 284 (janeiro):119114. doi:10.1016/j.fuel.2020.119114.

Engel, Randall G., George S. Kriz, Gary M. Lampman, e Donald L. Pavia. 2012. *Química Orgânica Experimental*. São Paulo. CENGAGE Learning, Tradução da 3ª Edição Norte-americana. CENGAGE Learning.

Focke, Walter W., Isbe Van Der Westhuizen, e Xander Oosthuysen. 2016. Biodiesel Oxidative Stability from Rancimat Data. *Thermochimica Acta* 633 (junho):116–121. doi:10.1016/j.tca.2016.03.023.

Lanjekar, R.D., e D. Deshmukh. 2016. A Review of the Effect of the Composition of Biodiesel on NO_x Emission, Oxidative Stability and Cold Flow Properties. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 54 (fevereiro):1401–1411. doi:10.1016/j.rser.2015.10.034.

Longanesi, Luca, André P. Pereira, Nigel Johnston, e Christopher J. Chuck. 2022. Oxidative Stability of Biodiesel: Recent Insights. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining* 16 (1):265–289. doi:10.1002/bbb.2306.

Masudi, Ahmad, Oki Muraza, Nurfatehah Wahyuni Che Jusoh, e Ubaidillah Ubaidillah. 2022. Improvements in the Stability of Biodiesel Fuels: Recent Progress and Challenges. *Environmental Science and Pollution Research* 30 (6):14104–14125. doi:10.1007/s11356-022-25048-4.

Singh, Kawarpal, Sharoff Pon Kumar, e Bernhard Blümich. 2019. Monitoring the Mechanism and Kinetics of a Transesterification Reaction for the Biodiesel Production with Low Field 1H NMR Spectroscopy. *Fuel* 243 (maio):192–201. doi:10.1016/j.fuel.2019.01.084.

Tariq, Muhammad, Saqib Ali, Fiaz Ahmad, Mushtaq Ahmad, Muhammad Zafar, Nasir Khalid, e Mir Ajab Khan. 2011. Identification, FT-IR, NMR (1H and 13C) and GC/MS Studies of Fatty Acid Methyl Esters in Biodiesel from

Rocket Seed Oil. *Fuel Processing Technology* 92 (3):336–341. doi:10.1016/j.fuproc.2010.09.025. Tebas, Saulo de Oliveira Gentil, Audrei Giménez Barañano, Patricia Fontes Pinheiro, e Valdemar Lacerda Júnior. 2021. Mild Conditions in the Transesterification Reaction of Babassu Oil and Purified Fusel Oil. *Chemical Engineering Communications* 208 (3):432–440. doi:10.1080/00986445.2019.1710495.

Topare, Niraj S., Rohit I. Jogdand, Hruturaj P. Shinde, Rahul S. More, Anish Khan, e Abdullah M. Asiri. 2022. A Short Review on Approach for Biodiesel Production: Feedstock's, Properties, Process Parameters and Environmental Sustainability. *Materials Today: Proceedings* 57:1605–1612. doi:10.1016/j.matpr.2021.12.216.

Wang, Meng, Kaili Nie, Feng Yun, Hao Cao, Li Deng, Fang Wang, e Tianwei Tan. 2015. Biodiesel with Low Temperature Properties: Enzymatic Synthesis of Fusel Alcohol Fatty Acid Ester in a Solvent Free System. *Renewable Energy* 83 (novembro):1020–1025. doi:10.1016/j.renene.2015.05.058.

Wang, Wenchao, Fashe Li, e Ying Li. 2020. Effect of Biodiesel Ester Structure Optimization on Low Temperature Performance and Oxidation Stability. *Journal of Materials Research and Technology* 9 (3):2727–2736. doi:10.1016/j.jmrt.2020.01.005.

ELIOMAR PIVANTE CÉLERI

Licenciado em Química pela Universidade Federal do Espírito Santo e atualmente mestrando em Química pela mesma universidade. Atuando na área de pesquisa em Química Orgânica.

VALDEMAR LACERDA JÚNIOR

Bacharel em Química pela Universidade Federal de Goiás, Mestre e Doutor em Ciências: Área Química, pela Universidade de São Paulo e Pós-Doutor em Química Orgânica pela Universidade de São Paulo. Atualmente é Professor Associado IV da Universidade Federal do Espírito Santo, Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação da UFES. Bolsista de Produtividade 2 do CNPq e Membro do Conselho Municipal de Ciência e Tecnologia da Prefeitura de Vitória/ES. Tem experiência na área de Química Orgânica, com ênfase em Ressonância Magnética Nuclear e espectrometria de massas, Cálculos Teóricos, Síntese Orgânica e Química do Petróleo.

AUDREI GIMÉNEZ BARAÑANO

Engenheira Química pela Universidade Federal do Rio Grande, Mestre e Doutora em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina. Atualmente é professora adjunta da Universidade Federal do Espírito Santo. Tem experiência na área de Engenharia Química, com ênfase em Processos Industriais de Engenharia Química.
