

Inovação no ensino de Química: Método otimizado para o índice de saponificação

Innovation in Chemistry teaching: Optimized method for saponification index

Innovación en la enseñanza de la Química: Método optimizado para el índice de saponificación

Recebido: 06/04/2025 | Revisado: 12/04/2025 | Aceitado: 12/04/2025 | Publicado: 15/04/2025

Gabriel de Freitas Lopes

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6640-9792>

Instituto de Química de São Carlos - Universidade de São Paulo, Brasil

E-mail: gabriel Freitas Lopes@usp.br

Alexander Souza da Silva Junior

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-6266-6208>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Brasil

E-mail: alexandersjuni@outlook.com

Débora Grhiazzi Ferreira Bahiense

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2982-0757>

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

E-mail: debora1020gf@gmail.com

Maria Eduarda da Silva Alexandre

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8769-543X>

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

E-mail: meduarda.alexandre@gmail.com

Nathalia Gonçalves Ferrari

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-3215-7864>

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

E-mail: Nathaliagferrari@hotmail.com

Juliana Gomes Rosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5247-3622>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Brasil

E-mail: juliana.rosa@ifes.edu.br

Resumo

O Índice de Saponificação (IS) determina a quantidade (mg) de base necessária para saponificar uma 1g de óleo. Este índice está relacionado ao tamanho dos ácidos graxos do óleo e é uma das formas de avaliar a sua qualidade e identidade. Para o óleo de soja, o IS deve ser entre 189 e 195 mg KOH/g. A otimização do método de determinação do IS é crucial para o ensino de química, tanto para curso técnico, quanto para o ensino superior, uma vez que este deve fazer uso de métodos analíticos práticos para integrar conhecimentos práticos e teóricos de modo a potencializar o aprendizado. Este trabalho teve como objetivo a otimização do método de determinação do IS, ajustando variáveis tempo de reação, preparo da solução de KOH com álcool diluído, comparação da execução da amostra em branco submetido ao processo padrão e apenas por titulação da solução e redução de equipamentos, com base em métodos existentes na literatura, para aplicação em aulas experimentais de cursos superiores. Em relação ao uso da solução de KOH 4% com álcool diluído, a máxima diluição de álcool possível foi de 80%. Foi possível reduzir o tempo para 30 minutos a temperatura de $65 \pm 2^\circ\text{C}$ em banho-maria e sem a necessidade do uso de condensadores. E como resultado da pesquisa realizada após a aula prática, para 66,6% dos discentes o método é viável e proporcionou entendimento do tema. Foi possível concluir que o método de determinação do IS pode ser otimizado sem comprometer a confiabilidade dos resultados, sendo eficaz, com resultados para óleo de soja dentro dos padrões legais, e recebeu avaliações e considerações positivas dos alunos.

Palavras-chave: Otimização; Índice de Saponificação; Aula Prática; Roteiro Experimental; Ensino de Química; Ensino de Ciências; Ensino e Aprendizagem.

Abstract

The Saponification Index (SI) determines the amount (mg) of base required to saponify 1g of oil. It is related to the size of the fatty acids in the oil and is one of the ways to assess its quality and identity. For soybean oil, the SI should be between 189 and 195 mg KOH/g. Optimizing the method for determining the SI is crucial for chemistry education, both in technical courses and higher education, as it should utilize practical analytical methods to integrate practical and theoretical knowledge in order to enhance learning. This work aimed to optimize the method for determining the SI by adjusting variables such as reaction time, preparation of the KOH solution with diluted alcohol, comparing the execution of the blank sample subjected to the standard process and just through titration of the solution, and reducing equipment based on existing methods in the literature, for application in experimental classes of higher education

courses. Regarding the use of the 4% KOH solution with diluted alcohol, the maximum possible dilution of alcohol was 80%. It was possible to reduce the time to 30 minutes at a temperature of $65 \pm 2^\circ\text{C}$ in a water bath, without the need for condensers. As a result of the research conducted after the practical class, 66.6% of the students found the method viable and it provided an understanding of the topic. It can be concluded that the method for determining the SI can be optimized without compromising the reliability of the results, being effective, with results for soybean oil within legal standards, and received positive evaluations and feedback from the students.

Keywords: Optimization; Saponification Index; Practical Class; Experimental Protocol; Chemistry Teaching; Science Teaching; Teaching and Learning.

Resumen

El Índice de Saponificación (IS) determina la cantidad (mg) de base necesaria para saponificar 1 g de aceite. Está relacionado con el tamaño de los ácidos grasos del aceite y es una de las formas de evaluar su calidad e identidad. Para el aceite de soja, el IS debe estar entre 189 y 195 mg KOH/g. La optimización del método de determinación del IS es crucial para la enseñanza de la química, tanto en cursos técnicos como en la educación superior, ya que debe hacer uso de métodos analíticos prácticos para integrar conocimientos teóricos y prácticos, potenciando así el aprendizaje. Este trabajo tuvo como objetivo la optimización del método de determinación del IS, ajustando variables como el tiempo de reacción, la preparación de la solución de KOH con alcohol diluido, la comparación entre la ejecución de la muestra en blanco sometida al proceso estándar y solo por titulación de la solución, así como la reducción del uso de equipos, basándose en métodos existentes en la literatura para su aplicación en clases experimentales de educación superior. En relación con el uso de la solución de KOH al 4% con alcohol diluido, la máxima dilución de alcohol posible fue del 80%. Se logró reducir el tiempo de reacción a 30 minutos a una temperatura de $65 \pm 2^\circ\text{C}$ en baño maría y sin la necesidad del uso de condensadores. Como resultado de la investigación realizada después de la clase práctica, el 66,6% de los estudiantes consideró que el método es viable y facilitó la comprensión del tema. Se concluyó que el método de determinación del IS puede optimizarse sin comprometer la confiabilidad de los resultados, siendo eficaz, con valores para el aceite de soja dentro de los estándares legales, y recibió evaluaciones y consideraciones positivas por parte de los estudiantes.

Palabras clave: Optimización; Índice de Saponificación; Clase Práctica; Guía Experimental; Enseñanza de la Química; Enseñanza de las Ciencias; Enseñanza y Aprendizaje.

1. Introdução

A reação de saponificação ocorre quando um ácido graxo reage com uma base forte sob aquecimento, liberando glicerol e um sal de ácido graxo, conhecido como sabão (Bruni *et al.*, 2023). Na estrutura da molécula do sabão, observa-se a presença de uma longa cadeia carbônica com uma parte polar (hidrofílica) capaz de reagir com a água e uma parte apolar (hidrofóbica) capaz de reagir com a gordura. Essa característica é responsável pela limpeza eficiente (Marcolano, 2022). Para garantir a eficiência da reação de saponificação e, portanto, a formação de quantidade ideal de sabão necessário para a limpeza de superfícies, realiza-se a determinação do índice de saponificação (IS).

O IS expressa, em miligramas, a quantidade de hidróxido de potássio (KOH) necessária para neutralizar os ácidos livres e saponificar os ésteres existentes em 1 g da amostra (Santana *et al.*, 2018). Além disso, o IS também permite a caracterização de óleos, sendo importante para avaliação da qualidade destes (Vieira *et al.*, 2024; Silva, 2018). De acordo com a ANVISA (2006), o IS deve estar entre 189 e 195 mg KOH.g⁻¹ para o óleo de soja. Isso aponta que valores acima do permitido indicam uma presença indevida de triglicerídeos de cadeia curta, enquanto valores abaixo do permitido indicam presença de triglicerídeos de cadeia longa.

O IS pode ainda ser aplicado como parâmetro de qualidade na síntese e caracterização do biodiesel produzido por meio do uso de óleo vegetal virgem ou até mesmo o óleo residual. No trabalho de Rossi e colaboradores (2018) utilizaram o IS para caracterizar o óleo de soja residual. Já no trabalho de Cunha e colaboradores (2023) utilizaram o IS para caracterizar o óleo de urucum para a produção de biodiesel metílico.

O IS desempenha um papel crucial não apenas na análise laboratorial do óleo de soja, mas também na preservação do meio ambiente, na saúde humana e na economia de reagentes. Com o controle do IS, é possível garantir um sabão com pH seguro para a pele, evitando danos à saúde, além de proteger a biodiversidade aquática. Ademais, o IS é uma técnica importante para reduzir o desperdício de reagentes (Silva *et al.*, 2022; Carvalho e Filho, 2024; Leão e Fernandes, 2023).

O ensino do IS abrange uma variedade de formações acadêmicas e profissionais, pois está ligado a questões ambientais, de saúde humana e a processos laboratoriais. A fim de aprimorar o sistema de determinação do IS de modo que seja aplicável e acessível para o ensino básico, técnico e superior, é válido realizar a otimização do método de determinação do IS em termos de reagentes, equipamentos e tempo necessário para a análise.

A otimização de um método analítico busca melhorar um sistema oferecendo a melhor resposta possível, além de um resultado confiável. O processo de otimização é feito a partir da investigação de uma variável por vez e sua influência no resultado final (Antonio, 2020).

O ensino de química precisa permitir que o estudante conheça métodos analíticos de uma forma prática, deste modo, é interessante que os docentes utilizem em suas práticas pedagógicas métodos otimizados, contribuindo de forma significativa com o processo de ensino-aprendizagem do discente, direcionando-o para compreender a relação do componente curricular química com o seu cotidiano (Dantas Filho *et al.*, 2022; Cavalheiro *et al.*, 2022).

Além disso, o ensino de química por experimentação é importante para que o aluno faça relações entre a teoria e a prática, facilitando a compreensão do assunto abordado e estimulando o interesse pela disciplina. Todavia, a realização de aulas práticas em escolas de ensino básico se constitui como um desafio de relacionar à falta de laboratórios nas escolas, à ausência de materiais como vidrarias e reagentes ou a falta de tempo para o professor planejar a aula devido às longas jornadas de trabalho (Gonçalves & Goi, 2020). Dessa forma, a otimização de um método analítico se constitui como algo significativo, principalmente, para escolas de ensino básico, pois garante que a aula prática possa ser feita de forma mais simples e acessível.

Esse trabalho teve como objetivo a otimização do método analítico de índice de saponificação, por meio das mudanças de variáveis como o tempo de reação, o preparo da solução de KOH com álcool diluído, a avaliação da execução da amostra em branco sem necessidade de aquecimento e a redução de equipamentos, de acordo com os métodos já existentes na literatura, para assim, aplicar no ensino de aula experimental de curso superior. Os resultados discutidos neste trabalho podem fornecer subsídios para educadores acerca de aplicações metodológicas e implementação de propostas similares, para o desenvolvimento de habilidades desejáveis na formação de graduandos de química.

2. Metodologia

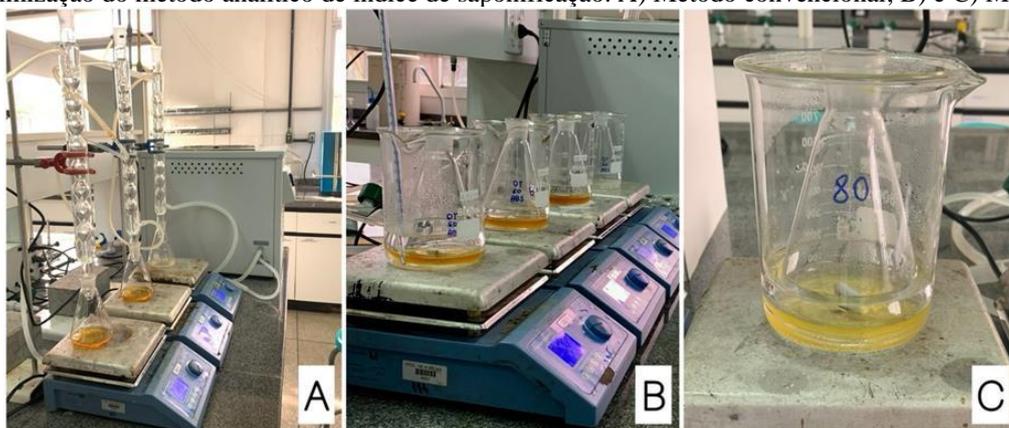
Este artigo tem como base um estudo experimental (Gil, 2017) por meio de análises quantitativas (Pereira, 2018), sendo também utilizada a estatística descritiva com uso de valores de médias, desvios padrões e frequências (Shitsuka *et al.*, 2014) e da análise estatística (Vieira, 2021). O procedimento experimental deste artigo está dividido entre a avaliação de parâmetros para otimização do método analítico para determinação do índice de saponificação, a aplicação do método otimizado em aula prática em instituição de ensino e os ajustes finais após a aplicação do método (Köche, 2011).

2.1 Otimização do procedimento de índice de saponificação

Foi realizado o procedimento de acordo com a metodologia da Farmacopeia Brasileira (2019) a fim de obter-se resultados com o uso do método convencional. Dessa forma, pesou-se em balança analítica aproximadamente 2,0000 gramas da amostra em um erlenmeyer de 250 mL previamente tarado, ao óleo foi adicionado 20 mL de solução alcoólica de KOH 4 %, adicionou quatro pérolas de vidro a solução e o erlenmeyer foi conectado ao sistema de refluxo, com condensador, aquecido com ebulição branda, durante 30 minutos. Após esse tempo, a solução foi resfriada e a ela adicionou-se 2 gotas do indicador fenolftaleína e efetuou-se a titulação com ácido clorídrico 0,5 M até que a coloração rósea desaparecesse. Realizou-se também a análise de uma amostra em branco com 20 mL da solução alcoólica de KOH a 4 % executando o mesmo procedimento descrito anteriormente. Na metodologia da American Oil Chemical Society (1998), o procedimento é realizado da mesma forma, porém em banho-maria, com tempo de reação de 60 minutos e sem agitação.

A otimização do método foi formulada partindo de mudanças de variáveis como o tempo de reação (realizando o procedimento em 60, 30 e 20 minutos), o preparo da solução de KOH com álcool diluído a 90, 80 e 70%, a avaliação da execução da amostra em branco sem necessidade de aquecimento e a redução de equipamentos utilizados (substituindo os condensadores e o banho ultratermostático, por um sistema de aquecimento em banho-maria e agitação mecânica). A aparelhagem do procedimento convencional (Figura 1A) e otimizado (Figura 1B e 1C) podem ser visualizados na Figura 1.

Figura 1 – Otimização do método analítico de índice de saponificação. A) Método convencional; B) e C) Método adaptado.



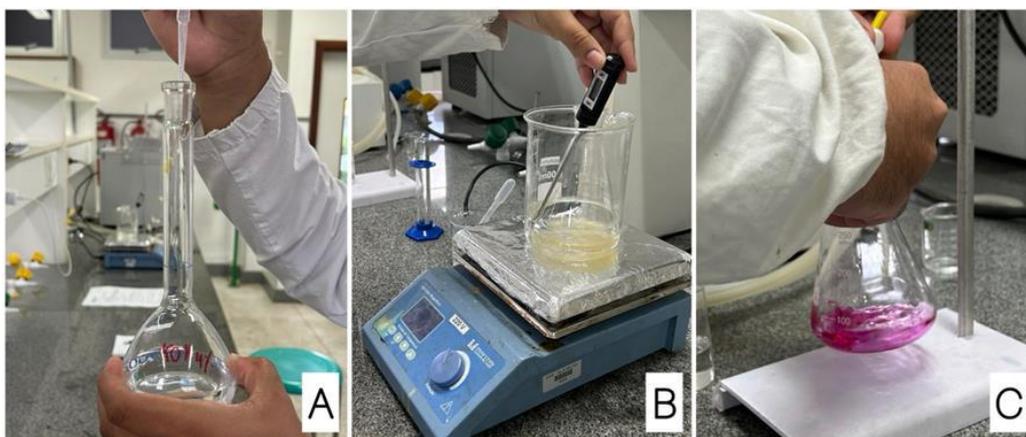
Fonte: Elaborada pelos Autores (2025).

2.2 Aplicação do método otimizado em aula prática

Após a análise estatística dos resultados obtidos com o método otimizado e sua comparação com os resultados do método convencional, foi elaborado um roteiro de aula prática e um guia para o professor. Dessa forma o método foi aplicado em uma aula prática para os discentes do 6º período de Química Industrial do Ifes campus Vila Velha na disciplina de Química de Alimentos, como visto na Figura 2.

Antes e após a aula foi disponibilizado para os alunos um questionário para avaliar o conhecimento sobre o procedimento antes da aula e os conhecimentos adquiridos após o procedimento prático com revisão da teoria, assim como, a avaliação dos alunos referente ao procedimento otimizado.

Figura 2 – Aplicação do método otimizado em aula prática. A) Preparo da solução de KOH; B) Reação de Índice de Saponificação; C) Titulação da amostra saponificada.



Fonte: Elaborada pelos Autores (2025).

2.3 Ajuste da metodologia após a aplicação

Disposto dos resultados obtidos na aula prática, segundo os argumentos descritos no questionário de avaliação do método, foram feitas correções no procedimento como visto na Figura 3, a fim de enquadrar o método a realidade de uma aula experimental, seguindo a sugestão dos próprios alunos e levando em consideração o que foi observado pelos autores durante o momento de aplicação aos discentes.

Figura 3 – Modificações no sistema de aquecimento após avaliação da prática.



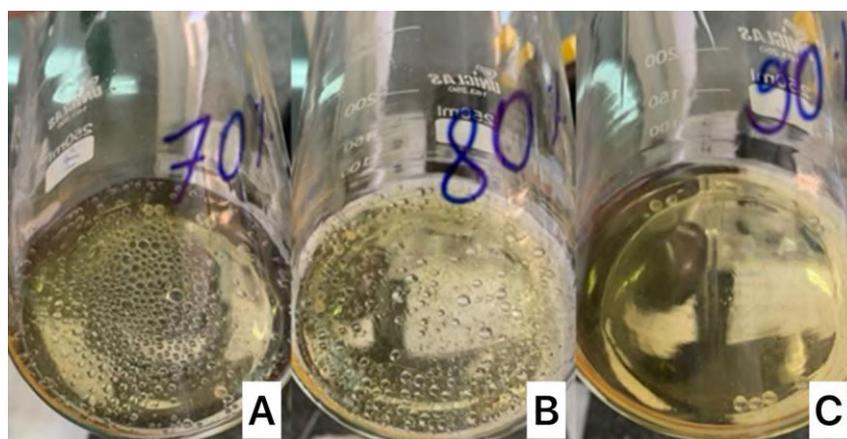
Fonte: Elaborada pelos Autores (2025).

3. Resultados e Discussão

A partir dos métodos analíticos apresentados anteriormente para a otimização e aplicação do método de determinação do IS, os resultados serão apresentados abaixo.

Em relação ao uso da solução de KOH 4% com álcool diluído, considerando que o método convencional se usa pérolas de vidro, que é a única fonte de agitação dos reagentes, a solução preparada com o álcool a 70% (Figura 4A) e a 80% (Figura 4B) apresentaram bolhas ao final dos 60 minutos de reação, indicando não ocorrer uma boa solubilização da amostra na solução de KOH. Já na solução preparada com álcool a 90% (Figura 4C), notou-se que todo o óleo foi dissolvido durante a reação.

Figura 4 – Eficiência das soluções de álcool diluído na reação.



Fonte: Elaborada pelos Autores (2025).

Essas bolhas presentes na solução correspondem ao óleo que não foi saponificado (solubilizado) durante o procedimento devido a sua pouca afinidade com a água presente na solução. Sem uma agitação vigorosa, não há uma mistura eficiente entre o óleo e a solução básica de modo que a reação não ocorre ou não se completa.

Essa condição pode conferir um resultado impreciso, levando em consideração o princípio do método e a relevância dos dados experimentais para aplicação na equação de índice de saponificação (Equação 1) em que, f_c = Fator de correção da solução de ácido clorídrico; B = Volume gasto na titulação do branco (mL); A = Volume gasto na titulação da amostra (mL); P = massa da amostra (g).

Equação 1 – Equação de índice de saponificação

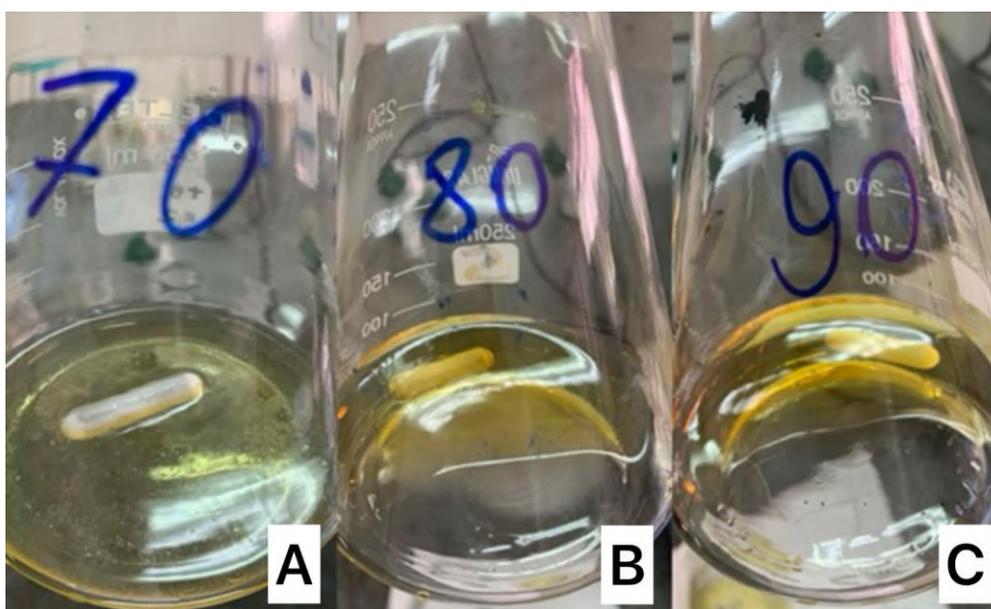
$$IS = \frac{28,05 \cdot f_c \cdot (B - A)}{P}$$

Fonte: Farmacopeia Brasileira (2019).

Levando em consideração que a massa de óleo pesada no início do procedimento é de extrema importância para o cálculo do IS, se uma parcela do óleo não é dissolvido totalmente na solução, ou seja, se uma quantidade não reage durante a saponificação, o resultado será impreciso. Como destacado por Silva e colaboradores (2018), a completa solubilização do óleo é fundamental para a obtenção de valores confiáveis de IS, uma vez que resíduos não saponificados comprometem a estequiometria da reação. Assim, os resultados corroboram essa observação, mostrando que a presença de bolhas na solução está relacionada à baixa eficiência da reação, especialmente em soluções alcoólicas de menor teor.

O uso de agitador magnético favoreceu a reação para as soluções de KOH preparadas com álcool a 80% (Figura 5B) e 90% (Figura 5C) em apenas 30 minutos, conforme mostrado na Figura 5.

Figura 5 – Soluções após a reação de saponificação.

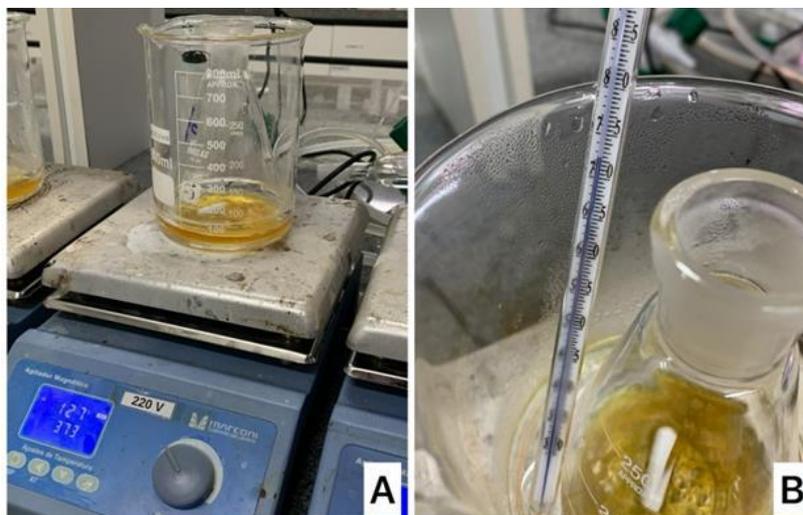


Fonte: Elaborada pelos Autores (2025).

Na solução de 70% (Figura 5A) ainda foram observadas bolhas de óleo, sendo descartada a possibilidade do uso dessa solução. O uso do álcool 70% foi considerado tendo em vista ele é facilmente encontrado, possibilitando assim aulas experimentais em ambientes escolares que não tem acesso a tais reagentes.

Na Figura 6 apresenta-se o método otimizado, no qual, fazendo uso de 20 mL de solução de KOH 4% preparada com o álcool 80%, foi possível a análise em banho-maria e chapa aquecedora (Figura 6A) com agitação mecânica e uso de um termômetro para aferir a temperatura da água (Figura 6B).

Figura 6 – Aparelhagem do método otimizado.



Fonte: Elaborada pelos Autores (2025).

Em termos de tempo de análise, o método otimizado obteve resultados semelhantes à metodologia convencional em um período de 30 minutos, sob as condições mencionadas anteriormente.

A amostra em branco, dado que é importante para o cálculo do IS, como visto na Equação 1, foi otimizada levando em consideração as condições do procedimento, chegando à conclusão que não é necessário levar a amostra ao aquecimento, visto que, quando aquecido nas condições descritas no procedimento, não ocorreu perda significativa do solvente, não interferindo na quantidade de titulante para ambas amostras como pode ser visto nos Quadros 1 e 2.

Utilizando óleo residual de fritura e comparando com dados estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que diz que o IS deve permanecer entre 189 e 195 mg KOH.g⁻¹, nota-se que o óleo encontra-se abaixo do limite, indicando a presença de triacilglicerídeos de cadeia longa, ou seja, o óleo não passou por tantos processos de deterioração capazes de haver quebra de ligação da cadeia carbônica, favorecendo o aumento do IS. Mas estar acima do limite também não é bom, pois está fora dos padrões de identidade e qualidade.

Os resultados obtidos durante a avaliação da otimização do método de IS, estão dispostos no Quadro 1. Nele, nota-se que para o tempo de 30 minutos de análise, foi possível obter resultados próximos ao valor obtido pelo método convencional. Porém, é possível observar que os desvios-padrões foram relativamente altos, sendo necessário ajustes durante o procedimento para garantir resultados mais confiáveis.

Quadro 1 – Resultados obtidos no processo de otimização do método.

Tempo de Reação	Metodologia Padrão (mg KOH.g ⁻¹)	Metodologia Otimizada Álcool Absoluto (mg KOH.g ⁻¹)	Metodologia Otimizada Álcool 80% (mg KOH.g ⁻¹)
IS (60 minutos)	-	197,61 ± 1,37	191,40 ± 0,49
IS (30 minutos)	188,57 ± 2,54	183,65 ± 4,74	185,36 ± 3,82
IS (20 minutos)	185,85 ± 2,09	194,86 ± 0,31	174,30 ± 7,59

Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

Com o intuito de aplicar o método e obter novos resultados para análise estatística, o procedimento foi aplicado em aula prática, como descrito anteriormente e apresentado na Figura 1. Os resultados obtidos estão expressos na Quadro 2.

Quadro 2 – Resultados obtidos na aula prática e após ajuste do método.

	Resultados Experimentais	$\bar{x} \pm \sigma$
Aula Prática	192,1	193,8 ± 1,7
	195,5	
Ajuste Pós Aula Prática	191,7	192,4 ± 0,86
	192,0	
	193,6	

Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

Os dois resultados obtidos na aula prática foram coletados dos grupos que procederam o método da melhor forma possível, sem a observação de nenhum erro de análise pelos discentes, para assim, serem discutidos os resultados. Na aula experimental, foi utilizado óleo de soja virgem recém-aberto, presumindo-se que este possuiria um IS próximo ao parâmetro estabelecido pelo MAPA, facilitando assim a discussão dos resultados obtidos.

A partir dos resultados da aula, constatou-se que o valor obtido estava dentro dos parâmetros estabelecidos. Ou seja, o óleo, que não havia passado por degradação, manteve seu IS dentro dos limites legais. O procedimento foi bem-sucedido, embora ainda apresentando um desvio-padrão alto, que, mesmo assim, foi menor do que o observado no Quadro 1, favorecendo a ideia de que o procedimento foi executado de forma mais precisa.

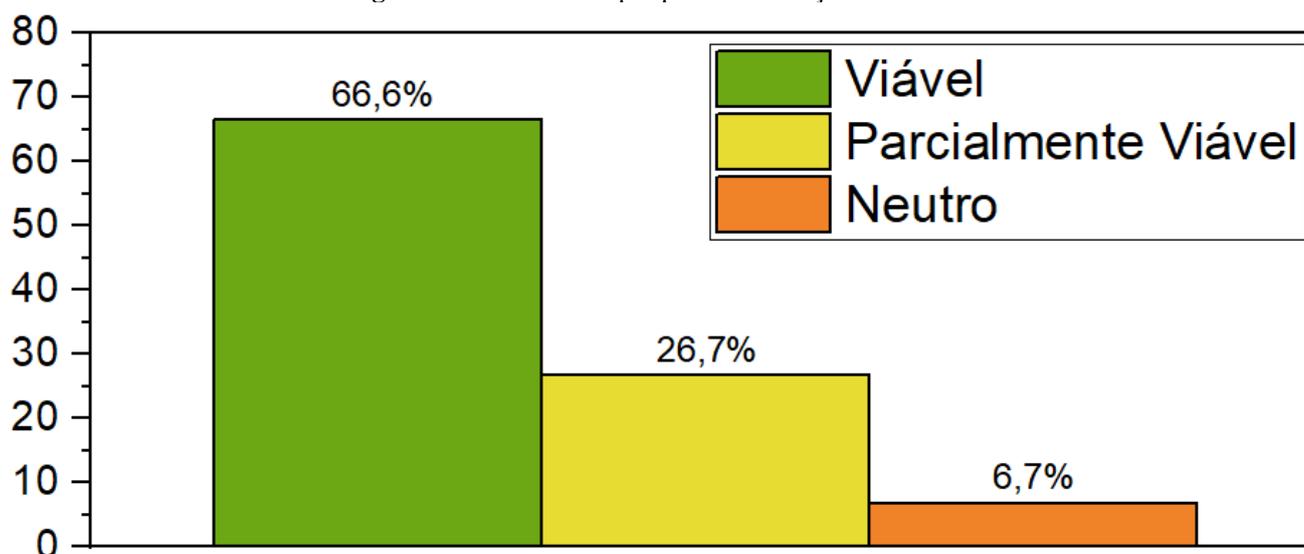
Os valores obtidos com o álcool 80% se mostraram satisfatórios dentro da faixa recomendada pelo MAPA (189 - 195 mg KOH.g⁻¹), indicando a viabilidade de solventes com menor teor alcoólico em condições controladas de temperatura e agitação, como foi observado por Santos e colaboradores (2023) ao obter resultados confiáveis ao utilizar o método com o solvente com alto teor alcoólico.

No questionário respondido pelos discentes, ficou clara a dificuldade em controlar a temperatura do sistema para evitar a evaporação da solução de KOH 4%, que pode acarretar em uma perda do solvente comprometendo o resultado final do experimento. Para tratar esses questionamentos, reduziu-se a temperatura do procedimento de 70 ± 5°C para 65 ± 2°C, temperatura a qual ainda favorece a solubilização do óleo na solução, promovendo a saponificação, e garante menor evaporação da solução, além disso, utilizou-se um vidro de relógio no erlenmeyer como pode ser visto na Figura 3 para evitar ainda mais a perda do solvente.

No final da aula prática, perguntou-se aos discentes se o procedimento otimizado de determinação do índice de saponificação seria viável para ser utilizado em aulas práticas nos cursos de nível técnico e superior no Ifes campus Vila Velha, levando em consideração a facilidade na execução do procedimento de acordo com as otimizações propostas.

A Figura 7 apresenta os resultados da avaliação realizada pelos discentes quanto à aplicabilidade do método otimizado no ensino de química. Observa-se que 66,6% dos estudantes consideraram o procedimento plenamente viável, o que evidencia uma aceitação majoritária e confiança na eficácia pedagógica do método proposto. Além disso, 26,7% avaliaram como parcialmente viável, destacando pontos de melhoria que foram devidamente considerados e incorporados ao protocolo, demonstrando um processo de construção coletiva do conhecimento. Apenas 6,7% permaneceram neutros, o que indica um alto nível de engajamento e criticidade por parte dos participantes. Esses dados reforçam o potencial do método como ferramenta educativa, especialmente em contextos de ensino experimental com infraestrutura limitada, promovendo não apenas o aprendizado técnico, mas também o pensamento científico e a autonomia dos discentes.

Figura 7 – Resultado da pesquisa da avaliação dos alunos.



Fonte: Elaborada pelos Autores (2025).

Com base nos resultados obtidos e nas observações realizadas durante a aula, constatou-se que a aplicação do método otimizado de IS no ensino de química mostrou-se enriquecedora. Isso porque, os estudantes não apenas desenvolveram habilidades laboratoriais e se familiarizaram com procedimentos de otimização, mas também participaram de discussões sobre a qualidade do óleo analisado, considerando os valores permitidos pela legislação. Além disso, foi observado, a partir das discussões realizadas em aula, que a maior parte dos estudantes compreenderam a importância desse método para diversas questões relacionadas à saúde, ao meio ambiente e ao uso sustentável de reagentes e recursos.

4. Considerações Finais

De acordo com os dados apresentados nesse artigo, pode-se considerar que o método analítico de índice de saponificação pode ser otimizado sem perder a confiabilidade do resultado. O desempenho do método otimizado pode ser bem justificado levando em consideração os resultados obtidos para óleo de soja recém-aberto, que apresentou um índice dentro do que é estabelecido por legislação.

Além disso, o método otimizado foi bem avaliado pelos discentes que participaram da aula experimental e que foram a favor da adaptação do método otimizado em aulas práticas no Ifes Campus Vila Velha para as disciplinas de Análise de Alimentos para o Curso Técnico em Química e para a disciplina Química de Alimentos para o curso de Bacharelado em Química Industrial e Engenharia Química.

O método otimizado pode também ser uma alternativa para o ensino básico, em escolas públicas estaduais que apresentam pouco investimento para a aplicação de aulas experimentais devido ao custo dos equipamentos, e também em instituições de nível técnico e superior. Dessa forma, a otimização deste método pode servir de exemplo para outros alunos ou profissionais da educação, ampliando o conhecimento na área de forma a auxiliar em novas formas de aplicar a otimização em outros métodos analíticos para serem desenvolvidos em instituições de ensino básico, superior e técnico, que possuem poucos recursos necessários para a experimentação no ensino de química.

Referências

Antonio, A. S. (2020). *Desenvolvimento, otimização e validação de método analítico para o estudo quimiosistemático do gênero Ocotea (Lauraceae) na Amazônia*. 192 f. Tese (Programa de Pós-graduação em Química) - Universidade Federal do Amazonas.

Brasil. (2019). *Farmacopeia* (6ed). Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

Bruni, G. P.; Oliveira, F. M.; Soares, C. D.; Morais, M. M.; & Crexi, V. T. (2023). Influência da temperatura e tempo de secagem de sementes de uva (*Vitis Viníferas*) para extração de óleo por prensagem. *Brazilian Journal of Development*, 9(1), 849–867. DOI:10.34117/bjdv9n1-061

Carvalho, L. B. de J.; & Filho, F. de M. F. (2024). A Educação Ambiental no Ensino de Química das escolas brasileiras de educação básica. *Revista Prática Docente*, 1(9), e24007. DOI: 10.23926/RPD.2024.v9.e24007.id736.

Cavalheiro, N.; Chendynski, L. T.; Giusti, E. D.; Stadler, J. P.; & Gomes, S. I. A. (2022). Produção de sabão líquido verde: uma iniciativa para articular os princípios da Química Verde no ensino de ciências da natureza. *Research, Society and Development*, 11(12), e29111234311. DOI: 10.33448/rsd-v11i12.34311

Cunha, I. M. F.; De Souza, M. L.; Gonçalves, C. R.; & Silva, M de A. (2023) Síntese e caracterização do biodiesel metílico obtido a partir da transesterificação alcalina do óleo de urucum (*Bixa orellana* L.). *Cuadernos De Educación Y Desarrollo*, 15(10), 11620-11643. DOI: 10.55905/cuadv15n10-088

Dantas Filho, F. F.; Gomes, J. P.; & De Medeiros, G. D. (2022). Reação de Saponificação no Ensino Médio por meio de um Jogo de Tabuleiro Intitulado Fábrica de Sabão. *Revista Insignare Scientia*, 5(1), 85-105. DOI: 10.36661/2595-4520.2022v5n1.12507

Gil, A. C. (2017). *Como elaborar projetos de pesquisa* (6ed). Atlas.

Gonçalves, R. P. N.; & Goi, M. E. J. (2020). Experimentação no Ensino de Química na Educação Básica: uma revisão de literatura. *Revista Debates em Ensino de Química*, 6(1), 136-152. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/2627/482483489>. Acesso em: 15 fev. 2024.

Köche, J. C. (2011). *Fundamentos de metodologia científica* (34ed) Vozes.

Leão, M. F.; Fernandes, F. F. Produção científica sobre educação ambiental e o ensino de química divulgada em cinco periódicos especializados (2016-2021). *REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 11(1), e23027. DOI: 10.26571/reamec.v11i1.14705

Marcolano, V. D. (2022). *Uma proposta de sequência didática no ensino da reação orgânica de saponificação com enfoque CTSA a partir do sabão ecológico*. 77 f. Monografia (Graduação em Licenciatura em Química) - Universidade Federal Fluminense.

Pereira, A. S.; Shitsuka, D. M.; Parreira, F. J.; & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica* (1ed). UFSM.

Rossi, G. Z.; Borges, I. R.; Perego, T. F.; Toledo, V. D. M.; & Ferreira, L. F. P. (2018). Technical analysis of biodiesel production from residual fry oil. *The Journal of Engineering and Exact Sciences*, 4(1). DOI: 10.18540/jcecv14iss1pp0101-0108

Santana, T. S.; Lima, E.N.; Neto, A. O. W.; da Silva, G. F.; & Silva, M. S. (2018). Estudo do sabão de óleo de mamona (*Ricinus communis*) como inibidor de corrosão em fluido salino. *Scientia Plena*, 14(6), 1-9. DOI: 10.14808/sci.plena.2018.064205

Santos, C. C. L.; Damasceno, M. R.; Gonçalves, E. K. M.; Dias, T. T. de L.; & Silva, T. F. (2023). Desenvolvimento de sabonete em barra com manteigas de murumuru (*Astrocaryum murumuru*) e cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). *Brazilian Journal of Development*, 9(6), 19646–19661. DOI: 10.34117/bjdv9n6-062

Shitsuka et al. (2014). *Matemática fundamental para a tecnologia*. São Paulo: Ed. Érica.

Silva, G. D. S.; de Lima, M. F.; Giusti, E. D.; Stadler, J. P.; Chendynski, L. T.; & Gomes, S. I. A. A. (2022). Fábrica escola de detergentes como forma de possibilitar a indissociabilidade entre ensino-pesquisa-extensão. *Revista de Extensão, Arte e Cultura - Instituto Federal do Paraná*, 1(9), 34-41. Disponível em: <https://revistas.ifpr.edu.br/index.php/difusao/article/view/78/1470>. Acesso em: 11 fev. 2024.

Silva, L. R. (2018). Propriedades físico-químicas e perfil dos ácidos graxos do óleo da andirobã. *Nativa*, 6(2), 147–152. DOI: 10.31413/nativa.v6i2.4729.

Valois, F. P.; Cardoso, A. R. B.; Neto, R. da C. F.; Pereira, L. M.; Lhamas, D. E. L.; da Mota, S. A. P.; Almeida, H. da S.; Borges, L. E. P.; Machado, N. T.; & Santos, M. C. (2021). Craqueamento termo-catalítico da borra de neutralização do óleo de palma utilizando-se CaCO₃ como catalisador. *Brazilian Journal of Development*, 7(6), 59461-59481. DOI: 10.34117/bjdv7n6-371

Vieira, S. (2021). *Introdução à bioestatística*. Ed.GEN/Guanabara Koogan.

Vieira, D. D. da S.; de Lima, D. V. F.; Lima, M. J. dos S.; do Nascimento, F. S. L.; Neto, P. J. R.; de Holanda, K. E. R.; de Oliveira, S. F.; & da Silva, R. M. F. (2024). Obtenção e caracterização físico-química do óleo da semente de *Euterpe oleracea*. *Observatorio de la economía latinoamericana*, 22(7), 1-21. DOI: 10.55905/oelv22n7-014