



FOMENTANDO A EXPLORAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO MÉDIO POR MEIO DA HIDRODESTILAÇÃO DO ALECRIM E ANÁLISE DE COMPOSTOS ORGÂNICOS

Samuel A. Calheiros S. Siqueira¹; Orlando F. S. Moura¹; Alan John D. Freitas¹; Jonas S. Sousa¹; Demetrius P. Morilla¹; Johnatan D. Freitas¹.

¹Instituto Federal de Alagoas – Campus Maceió.

Palavras-Chave: Ensino de Química, hidrodestilação, compostos orgânicos.

Introdução

Nas últimas décadas, o ensino de Química tem passado por transformações significativas com o objetivo de tornar o aprendizado mais dinâmico e envolvente para os alunos. Essas mudanças estão alinhadas com o avanço das metodologias ativas, que visam centralizar o estudante no processo de aprendizagem, promovendo sua autonomia e incentivando uma postura mais crítica e reflexiva.

De acordo com Diesel (2017), esse modelo de ensino prioriza a prática, permitindo que o aluno parta da experiência prática para, então, chegar à teoria, diferentemente do método tradicional. Nesse contexto, as aulas experimentais se destacam como uma ferramenta poderosa para aproximar os alunos da realidade científica, proporcionando uma oportunidade única de aplicar conceitos teóricos e desenvolver habilidades investigativas.

No Brasil, o movimento em direção às metodologias ativas começou a ganhar força no século XX, com o objetivo de formar profissionais críticos e independentes, capazes de contribuir com o progresso científico e social. Farias (2014) destaca que, desde a antiguidade, a educação intencional tem sido uma prática em diversas culturas, e que, atualmente, essas práticas têm evoluído para atender às demandas da sociedade moderna. No campo da Química, o uso de metodologias ativas, como a experimentação, promove uma compreensão mais profunda dos fenômenos, integrando as abordagens fenomenológica, teórica e representacional (Silva, 2016).

Nesse sentido, o presente trabalho propõe a integração entre a exploração científica e o ensino de Química no ensino médio, utilizando a hidrodestilação do alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) como tema central. A proposta visa capacitar os alunos a identificar, analisar e compreender os compostos orgânicos presentes no óleo essencial de alecrim, utilizando técnicas avançadas, como a Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG-EM) e a Espectroscopia UV-Vis, além de explorar o processo de extração por hidrodestilação. Essa abordagem prática busca fomentar a curiosidade científica e a habilidade crítica dos alunos, proporcionando uma experiência educacional que alia teoria e prática de forma eficaz.

Material e Métodos

A metodologia deste trabalho está estruturada com o objetivo de inserir os discentes do 3º ano do Ensino Médio Integrado, do curso técnico em Química do Instituto Federal de Alagoas (IFAL), no âmbito da pesquisa e da iniciação científica, utilizando o método hipotético-dedutivo. Conforme Marconi e Lakatos (2017), o método hipotético-dedutivo caracteriza-se pela formulação de hipóteses baseadas em teorias e conhecimentos prévios,

seguidas pela realização de experimentos para testar essas hipóteses e obter conclusões fundamentadas.

Para apoiar o desenvolvimento do ensino e da pesquisa, adotou-se o conceito de ensino por investigação, conforme descrito por Carvalho (2018). Isso implica criar condições na sala de aula que permitam aos alunos pensar criticamente, expressar suas ideias e argumentos, ler e entender o conteúdo de forma crítica, e escrever com clareza e autoria. Esse enfoque não se limita a verificar a aprendizagem dos conteúdos programáticos, mas avalia também a capacidade dos alunos de falar, argumentar, ler e escrever sobre o tema em estudo (Carvalho, 2018).

No contexto do projeto, planejou-se as Atividades Investigativas e Sequências de Ensino Investigativo (SEI), que são propostas didáticas projetadas para desenvolver e explorar conteúdos científicos. A SEI permite investigar um tema utilizando diversas atividades investigativas, como laboratórios abertos, demonstrações investigativas, textos históricos, e problemas e questões abertas conforme dito por Carvalho (2018). O cuidado principal é com o grau de liberdade intelectual oferecido aos alunos e a elaboração do problema, que são fundamentais para estimular o raciocínio e a argumentação dos alunos (CARVALHO, 2018).

Um grupo de 5 discentes optou por estudar a extração do óleo essencial de *Rosmarinus officinalis* L. (alecrim). Inicialmente, foram formuladas hipóteses sobre a composição e propriedades dos compostos presentes no óleo essencial com base em conhecimentos teóricos e práticas pré-existentes. A pesquisa emprega técnicas avançadas de identificação e quantificação dos constituintes do óleo essencial, como Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG-EM) e Espectroscopia UV-Vis.

A extração do óleo essencial foi realizada através de hidrodestilação, e os dados obtidos foram analisados para testar as hipóteses formuladas. A CG-EM foi utilizada para identificar compostos orgânicos voláteis, enquanto a Espectroscopia UV-Vis foi empregada para quantificar compostos fenólicos, pelo método de Folin-Ciocalteu, e flavonoides, pelo método de complexação com cloreto de alumínio, no hidrolato de alecrim. Também foram caracterizadas as propriedades físico-químicas dos extratos aquoso e analisada a atividade antioxidante por meio da diminuição da absorvância de 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH) (KLEIN e SOUZA, 2012; PIRES, et al. 2017; BARRETO, et al. 2020).

Como parte do processo de investigação, os alunos apresentaram seminários sobre os resultados obtidos, destacando suas descobertas e relataram as dificuldades enfrentadas durante a pesquisa. Além disso, cada grupo de alunos elaboraram um relatório final detalhado, no qual foram descritos os procedimentos adotados, os resultados obtidos e as conclusões tiradas a partir dos dados analisados. Essa abordagem não só promove uma compreensão aprofundada dos conceitos e técnicas empregadas, mas também desenvolve habilidades de comunicação científica e reflexão crítica.

Integrando o método hipotético-dedutivo com práticas de ensino por investigação, a metodologia permite que os alunos se envolvam ativamente na pesquisa científica e desenvolvam habilidades analíticas e interpretativas enquanto testam hipóteses sobre a

composição e propriedades dos compostos presentes no óleo essencial de alecrim. Ao final da investigação, os alunos relataram suas experiências em forma de um seminário.

Resultados e Discussão

A hidrodestilação do óleo essencial de *Rosmarinus officinalis L.* (alecrim) resultou em um rendimento de 0,91% (figura 1), o que está de acordo com a faixa esperada para este processo. Este valor reflete a eficiência do método aplicado e a natureza dos óleos essenciais, que geralmente apresentam rendimentos relativamente baixos. O rendimento obtido confirma a adequação da metodologia para a extração e sugere que o processo foi conduzido corretamente, alinhando-se com os conhecimentos teóricos sobre a técnica.

Figura 1 – Sistema de hidrodestilação e óleo essencial obtido.



Fonte: Autores, 2024.

As propriedades organolépticas do óleo essencial, que incluíram uma coloração amarelo-esverdeada e uma fragrância adocicada intensa, foram compatíveis com os padrões estabelecidos pela Anvisa. Estas características são fundamentais para a avaliação da qualidade e pureza do óleo, que são critérios essenciais para sua aceitação no mercado e em aplicações terapêuticas.

A densidade do óleo essencial, medida em 0,8942 g/cm³, está dentro da faixa especificada pela Farmacopeia Brasileira (0,894 g/cm³ a 0,912 g/cm³), indicando a conformidade com os padrões de qualidade. O pH do óleo foi registrado em 5,65, revelando um caráter ácido que pode influenciar sua compatibilidade com outros ingredientes em formulações cosméticas ou terapêuticas.

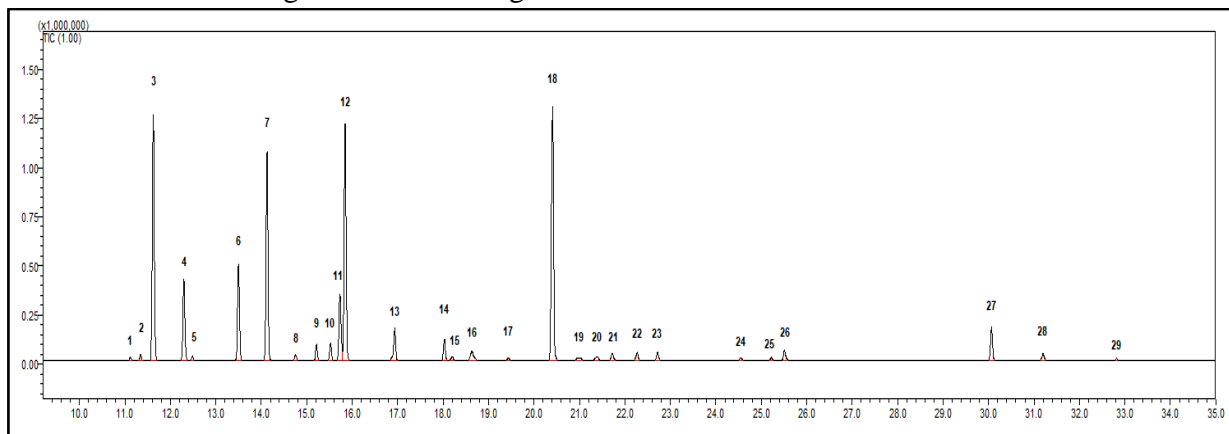
A análise do hidrolato de alecrim revelou uma concentração de fenóis totais calculada em 175,05 µg/mL. Os compostos fenólicos são conhecidos por suas propriedades antioxidantes, e a quantificação é crucial para avaliar a eficácia do hidrolato em aplicações naturais.

A concentração de flavonoides no hidrolato foi determinada em 9,195 µg/mL. Flavonoides são compostos bioativos com potencial antioxidante significativo, e sua quantificação oferece uma visão sobre os benefícios potenciais do hidrolato para saúde e bem-estar.

A atividade antioxidante foi medida para diferentes amostras: o óleo essencial extraído apresentou 85,93%, o hidrolato 89,05%, e o óleo essencial comercial 33,26%. Estes resultados destacam a alta capacidade antioxidante do óleo essencial e do hidrolato extraídos, comparativamente ao óleo comercial. A comparação com o controle positivo (BHT 200 µg/mL) permite avaliar a eficácia relativa dos produtos em combater o estresse oxidativo, um fator relevante para sua aplicação terapêutica.

A Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG-EM) identificou 29 compostos orgânicos no óleo essencial extraído (figura 2), com destaque para (1R)-2,6,6-Trimetilbicyclo[3.1.1]hept-2-eno, (+)-2-Bornanona (Cânfora) e Eucaliptol. A alta similaridade dos compostos com o banco de dados NIST14 e NIST14s (82% a 97%).

Figura 2 – Cromatograma do óleo essencial de alecrim.



Fonte: Autores, 2024.

Durante os seminários, os alunos compartilharam suas impressões e reflexões sobre a experiência de pesquisa:

“A realização do projeto foi extremamente enriquecedora. Ver como o rendimento do óleo essencial se alinhava com o esperado nos deu uma confirmação positiva sobre a eficácia da nossa técnica de hidrodestilação.”

“Analisar as propriedades físico-químicas, como a densidade e o pH do óleo, foi uma oportunidade para aplicar o que aprendemos em aula e compreender a importância dessas características na formulação de produtos.”



“A quantidade de fenóis e flavonoides no hidrolato destacou o potencial antioxidante do produto, o que foi um ponto alto do nosso estudo e nos ajudou a entender melhor o valor terapêutico do hidrolato.”

“Comparar a atividade antioxidante dos nossos extratos com o óleo comercial foi gratificante. Nossos resultados mostraram uma alta capacidade antioxidante, o que validou todo o esforço investido na pesquisa.”

“Identificar compostos pelo CG-EM foi desafiador, mas também gratificante. A comparação com o óleo comercial nos deu uma visão mais clara sobre as variações na composição e como isso pode afetar a qualidade do produto.”

Conclusões

Descrever as conclusões dos autores com base nos resultados do trabalho, relacionando-as aos objetivos da pesquisa, em espaço simples, fonte Times New Roman, tamanho 12, justificado. Máximo de 2.000 caracteres com os espaços.

A presente pesquisa abordou a exploração científica no ensino médio por meio da hidrodestilação do alecrim e da análise de compostos orgânicos, promovendo uma abordagem prática e interdisciplinar no ensino de Química. A relevância do estudo reside na necessidade de aproximar os alunos do ensino médio e licenciatura em Química à prática laboratorial, integrando a teoria à aplicação real e despertando o interesse pela pesquisa científica.

A hipótese de que a hidrodestilação seria eficaz na extração de compostos orgânicos de interesse e que os produtos resultantes apresentaram alto potencial antioxidante foi confirmada. A pesquisa não apenas atingiu seus objetivos, mas também proporcionou uma valiosa experiência educacional, incentivando os alunos a se engajarem de forma ativa na investigação científica e a aplicarem o conhecimento adquirido em projetos futuros. O projeto, portanto, contribuiu significativamente para o fortalecimento da prática pedagógica no ensino de Química, promovendo a integração entre teoria e prática e estimulando o desenvolvimento crítico e investigativo dos estudantes.

Agradecimentos

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de produtividade (Processo 305893/2022-0) e bolsas de IC, à CAPES e FAPEAL pelo apoio financeiro do projeto.

Referências

BARRETO, A. L. H.; LOPES, M. T. do R.; PEREIRA, F. de M.; SOUZA, B. de A. **Controle de Qualidade da Própolis. Embrapa meio-norte**. Agosto, 2020.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765-794, dez. 2018. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec2018183765.



DIESEL, Aline; BALDEZ, Alda Leila Santos; MARTINS, Silvana Neumann. **Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica.** Revista Thema, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.

FARIAS, Pablo Antonio Maia de; MARTIN, Ana Luiza de Aguiar Rocha; CRISTO, Cinthia Sampaio. **Aprendizagem ativa na educação em saúde: percurso histórico e aplicações.** Revista Brasileira de Educação Médica, v. 39, p. 143-150, 2015.

KLEIN, Ana Paula Palaro; SOUZA, Jessica de. **Otimização do processo de obtenção do óleo essencial de folhas frescas e secas, de capim-annoni-2 (Eragrostis plana Nees) por hidrodestilação.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2012. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/15435>.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica.** São Paulo, SP: Atlas. GEN, 2017.

PIRES, Janaína S.; TORRES, Priscila B.; SANTOS, Déborah Y.A.C. dos; CHOW, Fungyi. **Ensaio em microplaca de substâncias redutoras pelo método do Folin-Ciocalteu para extratos de algas.** Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. Setembro, 2017.

SILVA, Vinícius Gomes da. **A importância da experimentação no ensino de química e ciências.** 2016.