



QUÍMICA SUSTENTÁVEL NO ENSINO: EXTRAÇÃO E USO DE CLOROFILAS COMO CORANTES NATURAIS EM ATIVIDADES EDUCACIONAIS

Rayza S. Pereira¹; Yago C. F. L. Leite¹; Eric V. V. Belo¹; Kellem E. S. Ferreira¹; Vinicius T. Medeiros¹; Silber L. S. Bentes¹; Patrícia T. S. Da Luz¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – campus Belém

Palavras-Chave: Experimentação, Didático, Tingimento.

Introdução

O ensino de química enfrenta uma série de desafios que impactam significativamente a aprendizagem dos alunos. A forma tradicional de ensino, que se baseia na memorização de conteúdo sem conexão com a realidade, pode limitar a capacidade dos estudantes de expressarem suas opiniões e concepções de forma crítica (Souza, *et al.*, 2023).

A problematização do ensino de química permite que os alunos se envolvam de maneira mais ativa e construtiva, estabelecendo relações entre os conceitos químicos e situações do cotidiano, ao mesmo tempo, em que desenvolvem habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas (Gama, *et al.*, 2021).

Buscando promover a aprendizagem significativa dos estudantes, o ensino problematizado de química é uma abordagem inovadora. E segundo Raimondi e Razzoto (2020), através da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), os alunos são desafiados a resolver problemas reais, um exemplo notável é o uso de corantes naturais, que não apenas oferece uma oportunidade para explorar a química de uma maneira envolvente, mas também promove a conscientização sobre questões ambientais e de saúde.

Da Silva (2020) e Filipini *et al.* (2022), destacam a importância dos pigmentos naturais de origem vegetal, como clorofila, antocianinas e betalaínas, que não apenas conferem cores vibrantes aos alimentos, mas também oferecem benefícios à saúde, incluindo propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias. A extração desses corantes é realizada por meio de diferentes solventes e métodos, visando obter produtos de alta qualidade. No entanto, a instabilidade desses pigmentos durante o processamento e armazenamento representa um desafio significativo. Além de serem biodegradáveis e renováveis, eles não apresentam os mesmos riscos ambientais e de saúde associados a corantes sintéticos (Fröse, *et al.*, 2018).

A clorofila, um dos pigmentos naturais mais importantes e essencial para a fotossíntese, não apenas confere o verde às plantas, mas também proporciona importantes benefícios à saúde humana. Pesquisas têm destacado suas propriedades bioativas, incluindo capacidades antioxidantes, antimutagênicas, quimiopreventivas e anti-inflamatórias, que vão além da simples neutralização de radicais livres. A versatilidade bioquímica e a segurança dos pigmentos naturais, como a clorofila, os tornam essenciais na nutrição, medicina preventiva e também na educação. Ao serem integrados em práticas pedagógicas, como a exploração de suas propriedades em aulas de química e biologia, esses pigmentos abrem novas possibilidades para métodos de ensino mais interativos e eficazes, promovendo uma

compreensão mais profunda da ciência e da saúde (Zepka *et al.*, 2019; Pérez-Gálvez *et al.*, 2020; Da Silva *et al.*, 2023).

Além disso, Chungkrang *et al.* (2021) reforçam que os corantes naturais não são produzidos subprodutos indesejados e podem ser facilmente decompostos na natureza após o uso, sem causar poluição ambiental. Esses corantes também oferecem a vantagem de serem seguros e não tóxicos, o que os torna ideais para aplicações em alimentos, cosméticos e medicamentos.

São menos propensos a causar reações alérgicas e irritações na pele, tornando-os uma opção mais segura para os consumidores. Portanto, a importância dos corantes naturais reside na sua capacidade de promover a sustentabilidade, proteger a saúde humana e oferecer uma alternativa ecologicamente correta na indústria têxtil e em outros setores (Elsahida, *et al.*, 2019).

Diante disso, o objetivo deste trabalho é abordar a sustentabilidade no ensino de química ao explorar o uso de clorofilas extraídas de plantas como corantes naturais para tecidos, permitindo que os alunos se conectem a conceitos teóricos de química com aplicações reais e ecologicamente corretas através dos métodos de extração de pigmentos e técnicas de tingimento para a promoção de temas como química verde e sustentabilidade.

Material e Métodos

Corantes

Para preparar os corantes naturais à base de clorofilas, foram utilizadas duas amostras vegetais ricas nesse composto: couve-manteiga e cheiro-verde, selecionadas por serem facilmente obtidas como resíduos ou partes não aproveitadas. As amostras passaram por três métodos de extração: maceração, decocção e infusão. O processo pode ser descrito da seguinte forma:

- **Maceração:** Foram adicionados 50 g da amostra vegetal em um béquer com 100 mL de álcool a 70%. A mistura foi deixada em repouso por 24 horas para extração, e em seguida, filtrada com papel de filtro de café, recolhendo o extrato e descartando o resíduo.
- **Decocção:** Foram adicionados 50 g da amostra vegetal em um béquer com 100 mL de água destilada. A mistura foi aquecida em uma chapa aquecedora até o início da ebulição, sendo então mantida em aquecimento por 35 minutos. Após esse período, o extrato foi filtrado, recolhido e o resíduo descartado.
- **Infusão:** Foi aquecido 100 mL de água destilada até o ponto de fervura, e em seguida, adicionado a 50 g da amostra vegetal em um béquer. A mistura foi deixada em repouso por 35 minutos para extração, filtrada e o extrato recolhido, com o resíduo sendo descartado.

Teste de Solubilidade/Extração

A metodologia adaptada de Vanuchi e Braibant (2018) foi utilizada para o teste de solubilidade. Alíquotas dos extratos de cada método de extração foram colocadas em tubos de ensaio, comparando-se os resultados visualmente para determinar o melhor método de extração e o menos oneroso.

Teste de Estabilidade

Os extratos que apresentaram os melhores resultados foram testados quanto à estabilidade e tonalidade em diferentes pHs, utilizando tubos com soluções alcalina (NaOH 0,5 M), neutra (água) e ácida (HCl 0,5 M).

Tingimento

Para o tingimento, foi utilizada uma metodologia adaptada de Quadros et al. (2023). Foram colocados 50 mL dos extratos obtidos em béqueres e aquecidos em banho de tingimento. Dois tecidos de gaze foram submersos nos extratos e aquecidos até o ponto de fervura, retirados a cada 5 minutos. Após o tingimento, os tecidos foram espremidos, lavados suavemente e os resultados comparados.

Resultados e Discussão

Teste de solubilidade/extração

No teste de solubilidade da couve manteiga (Figura 1), percebeu-se que o processo de extração com etanol se mostrou bem eficiente, pois se percebeu uma tonalidade mais forte do corante extraído, logo, mais concentrado. Isso se deve à afinidade que a clorofila possui com solventes polares orgânicos como o etanol pela interação hidrofílica/hidrofóbica, além de serem mais fáceis de serem macerados pelos solventes, como disposto por da Silva, *et al.* (2024).

Os extratos aquosos não geraram resultados tão satisfatórios, gerando uma tonalidade esverdeada menos intensa que os demais, logo considerado o extrato com infusão por apresentar a mesma coloração que o da decocção.

Figura 1: Solubilidade da couve-manteiga.



Os processos de extração do corante do cheiro-verde se mostraram bem interessantes (Figura 2), pois a extração por etanol (maceração) produziu um corante de cor verde, já a extração por água (infusão e decocção) produziu um corante marrom. A divergência dos resultados em diferentes meios se deve ao método e ao solvente utilizado, na qual a clorofila possuía mais afinidade com o etanol do que com a água, logo dando uma coloração verde ao extrato. A coloração amarelada ao meio aquoso se dá pela pouca presença da clorofila e pela presença maior de carotenoides de coloração amarelada (da Rocha, *et al.*, 2020), produzindo como resultado um extrato de coloração marrom.

A divergência das cores presentes, demonstra, de forma lúdica e visual, a diferença dos resultados que podem ser alcançados quando aplicado diferentes meios de obtenção de corantes, enfatizando a importância da escolha do método e do resultado que se deseja alcançar conforme os conhecimentos químicos aplicados. Percebendo que o extrato de decocção apresentou uma coloração semelhante à da infusão, o mesmo foi desconsiderado e mantido para os demais testes, o macerado e o de infusão.

Figura 2: Solubilidade do cheiro-verde



Fonte: Os autores, 2024

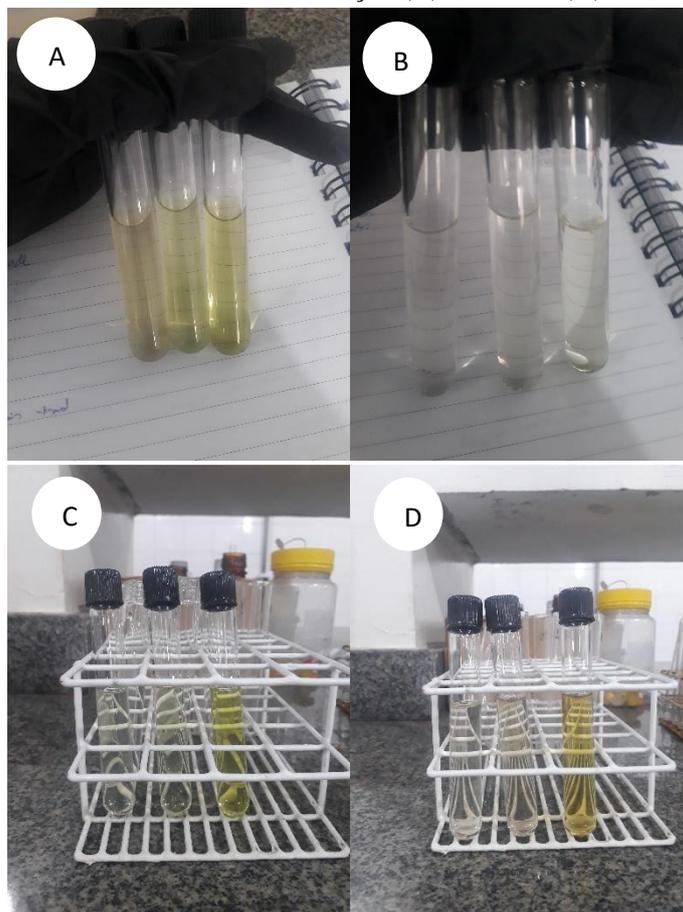
Instabilidade

Nos teste de instabilidade da couve (Figura 3 (A) e (B)) se percebeu uma mudança de tonalidade nos extratos de etanol (maceração) e aquoso (infusão) pela mudança de pH ácido, isso se deve a decomposição causada pela diminuição do pH do meio, na qual modifica a molécula e gera um subproduto de coloração acastanhado (feofitina) (Streit; *et al.*, 2005). Entre os extratos, esse resultado se torna mais visível no extrato com etanol devido à maior concentração do corante.

Nos testes de instabilidade do cheiro-verde (Figura 3 (C) e (D)), se percebeu uma mudança bem visível na coloração dos extratos, indo da coloração básica verde a uma coloração amarelada viva. Isso se deve à presença de carotenoides instáveis em meio alcalino, algo pontuado e visto por Queiroz, *et al.* (2019).

O teste de instabilidade de pH demonstra a instabilidade que alguns corantes possuem em diferentes meios, onde se percebeu que a extração do corante do cheiro-verde resultou em um corante com presença de um segundo corante instável, indicando a necessidade da melhor escolha da matriz. Um ponto a ser considerado está relacionado à diversidade de cores que podem ser obtidas quando aplicada uma mudança de pH do meio.

Figura 3: Teste de instabilidade dos extratos da couve manteiga - maceração (A) e infusão (B); e do cheiro-verde - maceração (C) e infusão (D)



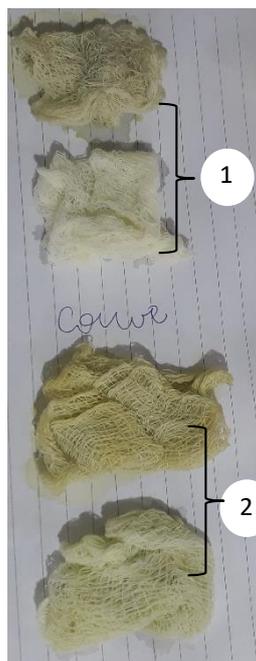
Fonte: Os autores, 2024

Teste de tingimento

No processo de tingimento em meio neutro, se tiveram resultados satisfatórios em todos os processos de tingimento com todos os extratos. Da couve (Figura 4) e do cheiro-verde (Figura 5) tiveram ótimos resultados, onde o extrato macerado tanto da couve quanto do cheiro-verde resultou em um tingimento de coloração verde-escuro.

Nos extratos de infusão se teve um resultado visual distinto, onde o extrato de couve tingiu o tecido de gaze com coloração verde-claro, resultado da baixa extração do corante pela pouca afinidade com o solvente (água), enquanto o extrato de cheiro-verde tingiu o tecido de coloração laranja/marrom, resultado também da baixa extração da clorofila pela afinidade com o solvente, porém se teve uma afinidade maior com os carotenoides, tendo uma extração maior, logo tingindo de tal cor.

Figura 4: Teste de tingimento da couve manteiga – maceração e infusão, 5 min. (1) e 10 minutos (2)



Fonte: Os autores, 2024

Figura 5: Teste de tingimento do cheiro-verde com maceração e por infusão, ambos feitos em duas etapas, uma com 5 minutos (1) e outra com 10 minutos (2)



Fonte: Os autores, 2024

A partir do processo de tingimento se pode discutir a viabilidade dos corantes naturais como material alternativo aos sintéticos, na qual se pode beneficiar setores que utilizam os corantes, quanto na questão de ensino onde os discentes visualizam tanto o processo de tingimento, na prática, quanto na questão ambiental beneficiando o uso de fontes vegetais e meios menos agressivos em práticas químicas.



Conclusões

A partir dos resultados obtidos, se pode realizar uma prática sequencial experimental para os discentes, onde os mesmos pode realizar a extração de corantes de matrizes vegetais, além de qualificar se o método se mostrou eficiente para o objetivo requerido da prática (extração da clorofila), sua instabilidade em diferentes pHs e aplicação em tingimento, de forma prática.

O experimento proposto além de apresentar de forma prática uma utilização para o corante extraído de uma fonte de clorofila como meio alternativo aos corantes sintéticos de mesma tonalidade, também apresenta os conhecimentos químicos aplicados de forma prática, abordando questões de afinidade, processo extrativos e alteração química em diferentes pHs.

Agradecimentos

Agradecemos ao laboratório do Grupo de Pesquisa em Química do IFPA – Campus Belém pelo apoio.

Referências

CHUNGKRANG, L. *et al.* Natural Dyes: Extraction and Applications. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, ISSN: 2319-7706, vol. 10, n. 01, p. 1669-1677, 2021. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2021.1001.195>.

DA SILVA, J. N. R. **Pigmentos Naturais de Origem Vegetal: Clorofila, Antocianinas e Betalaínas - Alterações e Benefícios**. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020.

DA SILVA, Q. A. *et al.* Cinética de secagem, propriedades físico-químicas e compostos bioativos da couve folha (*Brassica oleracea* L.) seca em camada de espuma. **REVISTA OBSERVATORIO DE LA ECONOMIA LATINOAMERICANA**, Curitiba, v.21, n.9, p. 11222-11247, 2023.

DA SILVA, R. A. *et al.* Determinação do teor de clorofila dos extratos das folhas de *piper marginatum* jacq coletadas em itacoatiara por meio da espectrofotometria uv-vis. **Revista Multidisciplinar Do Nordeste Mineiro**, v. 4, n. 1, p. 1–13, 2024.

DA ROCHA, L. P. *et al.* Cromatografia: uso de materiais alternativos para o ensino de separações químicas. **Revista de Ensino Saúde e Biotecnologia da Amazônia**, v. 2, n. 2, p. 10–20, 2020.

DE SOUZA, P. H. C.; *et al.* Utilização de indicadores naturais de pH a base de plantas: uma abordagem investigativa. **XII Encontro Paulista de Pesquisa em Ensino de Química (XII EPPEQ)**, IFSP Sertãozinho/ USP Ribeirão Preto, SP-Brasil, 14-15 de set., 2023.

ELSAHIDA, K. *et al.* **Sustainability of the use of natural dyes in the textile industry**. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 399 (2019) 012065. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/399/1/012065>

FILIPINI, L. K.; *et al.* **Corantes naturais: usos, benefícios e métodos de extração**. Trabalho Integrador do Curso Técnico em Alimentos – IFSC, Xanxerê, 2022.

FRÖSE A.; *et al.* **Application of natural dyes on diverse textile materials**. Optik, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2018.12.099>

GAMA, R. S.; *et al.* Metodologias para o ensino de química: o tradicionalismo do ensino disciplinador e a necessidade de implementação de metodologias ativas. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 2, p. 898-911, 2021. Disponível em: <http://revistas.ufac.br/revista/index.php/SciNa>. Acesso em: 23 jul. 2024.

PÉREZ-GÁLVEZ, A. *et al.* Carotenoids and Chlorophylls as Antioxidants. **Antioxidants**, v.9, n. 505, 2020. <https://doi.org/10.3390/antiox9060505>.

QUEIROZ, A. G. S. *et al.* Química verde: de resíduo orgânico para indicador de ph. **Editora realize**, p. 1–12, 2019.



63º Congresso Brasileiro de Química
05 a 08 de novembro de 2024
Salvador - BA

RAIMONDI, A.C., RAZZOTO, E.S. Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino de Química Analítica. **Revista Insignare Scientia**, vol. 3, n. 2, p. 36-48, mai./ago. 2020.

STREIT, N. M. et al. As clorofilas. **Tecnologia de Alimentos**, v. 35, n. 3, jun. 2005.

ZEPKA, L. Q. *et al.* Catabolism and bioactive properties of chlorophylls. **Current Opinion in Food Science**, v.26, p. 94–100, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2019.04.004>