

Síntese de pigmento Laca a partir de *Beta vulgaris*: Uma alternativa Sustentável para Formulações de Tintas Escolares

Maria Luíza Nascimento Leal (IFPB, Campus Cabedelo); Liz Jully Hiluey Correia Galdino (IFPB, Campus Cabedelo); Cristine Helena Limeira Pimentel (IFPB, Campus Cabedelo); Sayonara Lira Porto (IFPB, Campus Cabedelo); Alexandra Rafaela da Silva Freire (IFPB, Campus Cabedelo); Wilson Gomes de Medeiros (IFPB, Campus Cabedelo).

E-mails: leal.luiza@academico.ifpb.edu.br, liz.correia@ifpb.edu.br, cristine.pimentel@ifpb.edu.br, sayonara.porto@ifpb.edu.br, alexandra.freire@ifpb.edu.br, wilson.medeiros@ifpb.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 1.06.01.05-8 Química dos Produtos Naturais

Palavras-chave: pigmentos naturais; betalainas; sustentabilidade; química verde; extração.

1. Introdução

A crescente demanda por soluções ambientalmente sustentáveis tem impulsionado pesquisas voltadas à substituição de insumos tóxicos e poluentes, especialmente no setor de pigmentos, tradicionalmente dependente de compostos sintéticos derivados do petróleo. Tais pigmentos são apontados como fontes significativas de contaminação ambiental e riscos à saúde humana (Cuchinski, Caetano e Dragunski, 2010; Rocha *et al.*, 2021).

Nesse contexto, pigmentos naturais emergem como alternativas viáveis, alinhadas aos princípios da Química Verde e da Educação Ambiental. Dentre eles, destacam-se as betalainas presentes na *Beta vulgaris* (beterraba), que conferem colorações vibrantes e propriedades químicas compatíveis com aplicações artísticas e didáticas (Azeredo, 2009; Khan e Giridhar, 2015).

As betalainas são pigmentos hidrossolúveis classificados em betacianinas (vermelho-arroxeadado) e betaxantinas (amarelo-alaranjado), com destaque para a betanina, principal componente da raiz da beterraba, que representa entre 75% e 95% da coloração total (Vitti *et al.*, 2003). Esses pigmentos são sensíveis ao pH, à luz, à temperatura e ao oxigênio, fatores que impactam diretamente sua estabilidade (Cuchinski, Caetano e Dragunski, 2010).

Assim, este estudo teve como objetivo sintetizar pigmento laca a partir do corante extraído da beterraba *Beta vulgaris* e avaliar sua viabilidade técnico-aplicativa em formulações de tintas escolares, como alternativa inovadora e sustentável aos pigmentos sintéticos, em consonância com os princípios da Química Verde e da Educação Ambiental.

2. Materiais e Métodos

Foram utilizadas beterrabas *in natura* adquiridas em mercados locais nas cidades de Campina Grande e Cabedelo (PB). Após seleção visual, as raízes foram higienizadas, descascadas, cortadas em cubos e trituradas com água destilada para obtenção do extrato. Após a trituração, o corante passou por uma filtração seriada em 3 (três) peneiras de diferentes tamanhos de malha, sendo a última uma peneira em aço inox com granulometria 300 μ m (48 mesh) da marca TPL para refino do corante. O refinado foi submetido à medição de pH em um phmetro (MS Technopon Equipamentos, modelo mPA-210p), em duplicata (E1 e E2), e em seguida aquecido a 70°C, com homogeneização constante, dentro de um becker de vidro de borossilicato, em uma chapa aquecedora. A esse corante, foi adicionado alúmen de potássio (KAl(SO₄)₂) e carbonato de sódio (Na₂CO₃) em proporção 2:1 (Silva, 2023). A mistura ficou em repouso por 24 horas, promovendo a precipitação do pigmento. Em seguida foi realizada uma segunda medição de pH no sobrenadante da mistura.

Posteriormente, foram realizadas duas técnicas de filtração do pigmento úmido, quais sejam: simples (com filtro de papel) (F1) e a vácuo (500 mmHg, com papel qualitativo) (F2). As amostras foram lavadas com água destilada até escoamento límpido, tratadas com óleo essencial de cravo (via hidrodestilação em aparelho de Clevenger) para conservação, e secas em estufa a 45 °C por 22 horas. O pigmento seco foi macerado e peneirado (48 mesh).

3. Resultados e Discussão

A análise potenciométrica indicou eficiência no processo de alcalinização, com variação média de pH de 6,2 (extrato inicial) para 8,0 (sobrenadante após precipitação), favorecendo a formação de agregados insolúveis. Segundo Cuchinski, Caetano e Dragunski (2010), a alteração do pH ácido para alcalino, está diretamente associado à formação da laca, pigmento insolúvel que resulta da interação entre os compostos da beterraba e sais metálicos. A alteração pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1 – Determinação potenciométrica do pH do corante.

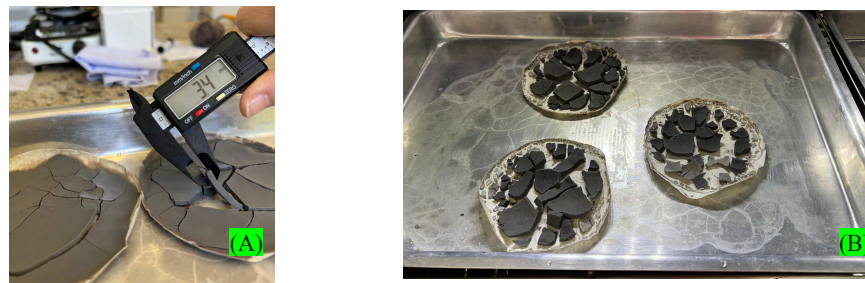
Etapa do processo	Amostras		
	E1	E2	E3
Antes do aquecimento (corante)	6,1	6,3	6,2
Após precipitação (sobrenadante)	8,6	7,4	8,0

As betalainas são estáveis em pH 4 e 5; e razoavelmente estáveis em pH 5 a 7 e instáveis em presença de luz e ar. Além destes fatores, a atividade de água e o oxigênio afetam a estabilidade dos pigmentos (Cuchinski, Caetano e Dragunski, 2010). Os autores apontam que os extratos da beterraba apresentam diferentes colorações quando estão em meio ácido ou básico. O comportamento observado é justificado pela isomerização da betanina em função do pH do meio.

As betalainas são compostos semelhantes às antocianinas e flavonóides, sendo pigmentos hidrossolúveis e são divididas em duas classes: betacianina (responsável pela coloração avermelhada) e betaxantina (responsável pela coloração amarelada), caracterizando a coloração típica das raízes de beterraba (Vitti *et al.*, 2003). Na beterraba fica evidenciada a presença de um pigmento vermelho com características polares, a substância betanina, que corresponde a entre 75% e 95% dos pigmentos.

O processo de secagem do pigmento úmido (3,4 mm de espessura) apresentou tempos médios distintos conforme o método, (F2) 22 horas para filtração a vácuo e aproximadamente 40 horas para filtração simples (F1), evidenciando a superioridade da filtração a vácuo na aceleração da obtenção do pigmento sólido. Nas amostras obtidas por filtração simples, especialmente entre 12 e 24 horas de secagem, observou-se variação tonal com escurecimento gradual e formação de aglomerados. Tais características podem ser observadas nas Figuras 1a e 1b, respectivamente.

Figura 1 - Resultado do processo de filtração - Espessura da lâmina de pigmento pós filtração a vácuo (a); Variação tonal com escurecimento gradual e formação de aglomerados, após a filtração simples (b).



Fonte: Própria (2024).

Esse comportamento é atribuído à oxidação lenta das betalainas residuais, como a betanina – pigmento sensível à luz, calor e oxigênio (Cuchinski, Caetano e Dragunski, 2010; Khan e Giridhar, 2015). A degradação oxidativa de grupos fenólicos presentes na estrutura das betalainas resulta em subprodutos de coloração acinzentada (Gandia-Herrero, Escribano e García-Carmona, 2009). Em contraste, nas amostras filtradas a vácuo, essa alteração cromática foi menos evidente, possivelmente devido à menor exposição à umidade residual e à secagem mais rápida.

Além da aplicação em tintas, este trabalho corrobora o potencial didático dos extratos de beterraba como indicadores naturais. Estudos (Cuchinski, Caetano e Dragunski, 2010) demonstraram que esses extratos apresentam coloração avermelhada no pH entre 1 e 9,5 e amarelada próximo a pH 12, com reversibilidade. Isso evidencia a aplicabilidade da beterraba no ensino de conceitos como titulação, equilíbrio químico e a lei de Lambert-Beer, dada sua fácil obtenção e baixo custo, tornando-a acessível para uso escolar.

Adicionalmente, a pesquisa alinha-se às tendências da indústria de cosméticos, que busca substituir corantes sintéticos por alternativas naturais devido a riscos à saúde (Chyosho; Freitas, 2018). Esses autores identificaram a faixa de pH entre 4,8 e 5,1 como ideal para maior estabilidade dos pigmentos de beterraba em aplicações como batons em pasta, reforçando a versatilidade das betalainas e a relevância do controle de pH demonstrado neste trabalho. Contudo, é importante ressaltar que o foco do

presente estudo é exclusivamente a viabilidade para uso em materiais educacionais como tintas escolares, e as aplicações cosméticas geralmente se referem ao corante solúvel, não à laca insolúvel aqui sintetizada.

Cabe destacar que a obtenção do pigmento laca a partir do extrato da *Beta vulgaris* envolve um processo de complexação e precipitação com sais metálicos, configurando uma forma de síntese química inorgânica. Tal processo não se resume à extração passiva, pois resulta em uma nova substância insolúvel (laca) com propriedades físico-químicas distintas do extrato original, e requer reagentes específicos e etapas de estabilização.

4. Considerações Finais

A metodologia adotada neste trabalho permitiu a produção eficiente de pigmento laca a partir da beterraba (*Beta vulgaris*), demonstrando sua viabilidade técnica e qualidade satisfatória para uso em tintas escolares. A eficácia do processo de alcalinização e precipitação, aliada à superioridade da filtração a vácuo na otimização do tempo de secagem e à estabilidade obtida com a adição de conservantes naturais, reforçam o potencial de aplicação deste pigmento. Essa alternativa natural aos pigmentos sintéticos não apenas se alinha aos princípios da química verde, sendo ecologicamente responsável, segura e economicamente acessível, mas também reitera o potencial da beterraba como um versátil indicador natural de pH para fins didáticos, com aplicabilidade estendida a outras indústrias, como a de cosméticos. Para estudos futuros, sugere-se explorar a estabilidade cromática da laca em diferentes substratos e sua incorporação em formulações comerciais de tintas escolares, como guache, aquarela e giz de cera, visando aprofundar seu uso e validação.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Pró-Reitoria de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação pelo apoio por meio da concessão da bolsa estudantil, bem como ao Instituto Federal da Paraíba – Campus Cabedelo, pelo suporte institucional.

Referências

- AZEREDO, H. M. C. Betalains: properties, sources, applications, and stability – a review. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 44, n. 12, p. 2365-2376, 17 nov. 2009. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/579865/1/PA09018.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2025.
- CUCHINSKI, C. A.; CAETANO, J.; DRAGUNSKI, D. C. Extração do corante da beterraba (*Beta vulgaris*) para utilização como indicador ácido-base. **Revista Eclética Química**, v. 35, n. 4, p. 17-23, 27 dez. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eq/a/kSTb7kgsBdwxrX5YgPNj6Cg/?format=pdf&lang=p>. Acesso em: 1 jun. 2025.
- CHYOSHO, L.; FREITAS, F. de O. Extração do corante da beterraba (*Beta vulgaris*) para aplicação em cosméticos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 22., 2018, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: USP. Blucher Chemical Engineering Proceedings, p. 516-519, 2018. Disponível em: <https://pdf.blucher.com.br/chemicalengineeringproceedings/cobeq2018/PT.0145.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2025.
- KHAN, M. I.; GIRIDHAR, P. Plant betalains: Chemistry and biochemistry. **Phytochemistry**, v. 117, p. 267–295, 20 jun. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2015.06.008>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26101148/>. Acesso em: 1 jun. 2025.
- GANDIA-HERRERO, F.; ESCRIBANO, J.; GARCÍA-CARMONA, F. The role of phenolic hydroxyl groups in the free radical scavenging activity of betalains. **Journal of Natural Products**, v. 72, n. 6, p. 1142-1146, 20 mai. 2009. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/np900131r>. Acesso em: 1 jun. 2025.
- ROCHA, Fernanda Machado; NUNES, Henrique Gomes; OLIVEIRA, Leandro Dias Ferreira De; SANTOS, Maisa Elen Dos. **Tinta guache à base dos pigmentos naturais, betalaína e cúrcuma**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Química) - Escola Técnica Estadual ETEC de Cidade Tiradentes (Cidade Tiradentes - São Paulo), São Paulo, 2021. Disponível em: https://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/7535/1/qui_2021_novo_fernandarocho_tintaguachebasedepigmentoseaditivonaturais.pdf. Acesso em: 30 de mai. 2025.
- SILVA, Livia Souza. **Colorido vegetal: compartilhando conhecimentos sobre tintas naturais**. 1 ed. Rio Branco: Ed. da Autora, 2023. E-book. (31 p.). ISBN978-65-00-71229-2.
- VITTI, M. C. D.; KLUGE, R. A.; YAMAMOTO, L. K.; JACOMINO, A. P. Comportamento de beterrabas minimamente processadas em diferentes espessuras de corte. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 623-627, out./dez. 2003.

Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/26357924_Comportamento_da_beterraba_minimamente_processada_em_diferentes_espessuras_de_corte. Acesso em: 28 mai. 2025.