

POTENCIAL ANALÍTICO DE INDICADOR DE PH SUSTENTÁVEL OBTIDO DE CAPIM-ELEFANTE PARA APLICAÇÃO EM LABORATÓRIOS DE ENSINO E PESQUISA

ANALYTICAL POTENTIAL OF A SUSTAINABLE PH INDICATOR DERIVED
FROM ELEPHANT GRASS FOR USE IN TEACHING AND RESEARCH
LABORATORIES

POTENCIAL ANALÍTICO DE UN INDICADOR DE PH SOSTENIBLE DERIVADO
DE LA HIERBA DE ELEFANTE PARA SU USO EN LABORATORIOS DE
ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN

Julieta de Jesus da Silveira Castor¹, Cecília Pinto Nogueira², Gustavo da Silva Luz³, Juarez
Campolina Machado⁴

DOI: 10.54899/dcs.v23i92.6235

Recibido: 15/06/2026 | Aceptado: 10/07/2026 | Publicación en línea: 20/07/2026.

RESUMO

Os corantes são amplamente utilizados como indicadores ácido-base, uma vez que alteram sua coloração de acordo com o pH do meio em que se encontram. Com base nessa característica, este estudo examinou o uso do extrato aquoso de capim-elefante roxo (*Cenchrus purpureus*) como possível potencial indicador natural de pH, além de investigar algumas de suas aplicações que podem ser trabalhadas de forma prática no ensino de química. Ao longo do estudo o extrato foi utilizado em titulações volumétricas e na elaboração de uma escala de cores associadas ao pH. Os resultados indicaram que o extrato de capim elefante apresenta bom desempenho como indicador, o que viabiliza seu uso em atividades experimentais. Além disso, trata-se de uma alternativa simples de baixo custo e com menor impacto ambiental quando comparada a indicadores comerciais. Assim, a proposta estimula o interesse científico, promove a sustentabilidade através da química verde e contorna a falta de reagentes sintéticos em ambientes com infraestrutura limitada, enriquecendo o processo de ensino e aprendizagem.

Palavras-chave: *Cenchrus Purpureus*, Corantes Naturais, Antocianinas, Indicador Ácido Base.

ABSTRACT

Dyes are widely used as acid-base indicators, as they change color according to the pH of the medium in which they are found. Based on this characteristic, the study examined the use of an

¹ Doutora em Agroquímica, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, Minas Gerais, Brasil.
E-mail: julieta.silveira@embrapa.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5270-8882>

² Mestre em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. E-mail: cecilia.nogueira@embrapa.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8839-7986>

³ Graduando em Farmácia, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil.
E-mail: gustavolluz089@gmail.com

⁴ Doutor em Genética e Melhoramento, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil.
E-mail: juarez.machado@embrapa.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2551-2080>

aqueous extract of purple elephant grass (*Cenchrus purpureus*) as a potential natural pH indicator and investigated its practical applications in chemistry education in the academic environment. Throughout the study, the extract was used in volumetric titrations and also used to create a pH-associated color scale. The results indicated that the elephant grass extract performs well as an indicator, which demonstrated it to be suitable for experimental activities. Furthermore, this extract represents a simple and low-cost alternative with a lower environmental impact compared to commercial indicators. Thus, the proposed approach stimulates scientific interest, promotes sustainability through green chemistry principles, and addresses the limited availability of synthetic reagents in resource-constrained settings, thereby enhancing the teaching and learning processes.

Keywords: *Cenchrus Purpureus*. Natural Dyes. Anthocyanins. Acid-Base Indicator.

RESUMEN

Los colorantes son utilizados ampliamente como indicadores ácido-base, ya que cambian de color en función del pH del medio en el que se encuentran. Con base en esta característica, este estudio evaluó un extracto acuoso de la hierba de elefante (*Cenchrus purpureus*) como un potencial indicador natural de pH e investigó sus aplicaciones prácticas en la enseñanza de la química. A lo largo del estudio, el extracto fue empleado en titulaciones volumétricas y en la elaboración de una escala de colores asociada al pH. Los resultados indicaron que el extracto de la hierba de elefante presenta un buen desempeño como indicador, lo que lo hace adecuado para actividades experimentales. Además, constituye una alternativa sencilla, de bajo costo y con un menor impacto ambiental en comparación con los indicadores comerciales. Así, la propuesta fomenta el interés científico, promueve la sostenibilidad mediante los principios de la química verde y supera la limitada disponibilidad de reactivos sintéticos en entornos con recursos limitados, de este modo enriqueciendo los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Palabras clave: *Cenchrus Purpureus*. Colorantes Naturales. Antocianinas. Indicador Ácido-Base.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUÇÃO

Desde da antiguidade, antes mesmo do desenvolvimento dos corantes sintéticos pela indústria, o homem já se interessava pelas as cores da natureza (Mendonça, 2011). Essa busca por corantes naturais levou a descoberta de compostos extraídos de fonte diversas, que vão desde plantas e minerais até microrganismos (Singh *et al.*, 2023); e possuem substâncias químicas ativas responsáveis por conferir cor (Negi, 2025) a tecidos (Bishal, *et al.* 2023), alimentos, cosméticos e outros materiais (Alegbe; Uthman, 2024). Dentre as substâncias ativas presentes nestes

corantes, destacam-se as antocianinas, pigmentos polifenólicos solúveis em meio aquoso que variam de tonalidade do vermelho ao azul, e apresentam papéis vitais na natureza ajudando na polinização e proteção da planta (Enaru, *et al.* 2021).

As antocianinas possuem elevada sensibilidade às variações de pH do meio, o que possibilita sua aplicação como indicador natural. Essa propriedade ocorre devido às transformações estruturais em seus grupos hidroxilas e metoxilas, o que resulta em mudanças cromáticas nítidas quando expostas a diferentes níveis de acidez ou basicidade (Arruda *et al.*, 2019). Em virtude disso, os corantes naturais ricos em as antocianinas têm sido considerados uma alternativa aos indicadores sintéticos comerciais clássicos como a fenolftaleína (Silva *et al.*, 2018), pois apresentam menor custo, fácil obtenção, e contribuem para um ambiente sustentável e ecologicamente consciente (Negi, 2025). Além disso, esses corantes naturais, podem ser empregados como uma interessante ferramenta no ensino de química, pois tornam os conceitos abstratos, mais visíveis, práticos e mais fáceis de entender. No ensino básico, os corantes podem ser aplicados na visualização das mudanças cromáticas em produtos diversos, o que torna o aprendizado mais concreto. Já para o ensino superior, podem ser exploradas atividades mais elaboradas como titulações e análises espectroscópicas, ampliando a discussão sobre os conceitos envolvidos.

Este estudo tem como objetivo avaliar o desempenho de um extrato de capim-elefante roxo (*Cenchrus purpureus*) (Figura 1) como um indicador colorimétrico natural de pH, analisando resposta visual e aplicabilidade em sistemas analíticos.

Figura 1. capim elefante roxo



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

METODOLOGIA

Preparo do Extrato Aquoso de Capim Elefante

Para o preparo do extrato foi utilizada amostra do genótipo coloração roxa (T_44.1) de capim-elefante obtida de do programa de Melhoramento Genético de Capim-Elefante da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora-MG. A amostra recém-colhida foi mantida refrigerada e ao abrigo da luz até o momento da extração. O extrato foi preparado na proporção 1:5 (m/v), utilizando água como solvente e triturado em liquidificador da marca Skymssen. Para a eliminação da clorofila, o extrato foi submetido à partição líquido-líquido em funil de separação, utilizando-se uma mistura de éter etílico e éter de petróleo na proporção 1:1 (v/v).

Preparo da Escala de Cores

A escala colorimétrica do pH 1 ao 13 foi construída por meio de diluições seriadas na proporção 1:10 (v/v). Para a faixa ácida (tubos 1 a 6), partiu-se de uma solução de HCl 0,1 mol L⁻¹ (pH 1). Enquanto para a faixa básica (tubos 8 a 13), utilizou-se NaOH 0,1 mol L⁻¹ (pH 13) como ponto de partida. Em cada unidade amostral, foram transferidos 2 mL da respectiva diluição e adicionadas 20 gotas do extrato de capim-elefante como indicador, mantendo-se o gradiente decrescente de concentração a partir dos tubos das extremidades para o centro, sendo o tubo 7 (pH 7) reservado ao controle neutro com água destilada (Amaral et.al, 2023). A determinação dos valores de pH foi aferida por meio de um pHmetro digital (Hanna Instruments) e foi feita a leitura dos espectros de absorção em espectrofotômetro modelo Genesys 50.

Curvas de Titulação Volumétrica Ácido-Base

As curvas de titulação foram delineadas utilizando-se soluções equimolares de HCl e NaOH (0,1 mol L⁻¹). O procedimento consistiu na titulação da solução ácida pela base e depois da base pelo ácido, empregando-se uma bureta de vidro de 50 mL. Foram realizados incrementos graduais de 0,5 mL do titulante sob monitoramento colorimétrico, utilizando-se 20 gotas do extrato aquoso de capim-elefante como indicador natural, sendo estipulado o início do monitoramento a partir de volume de 2,5 mL do titulante.

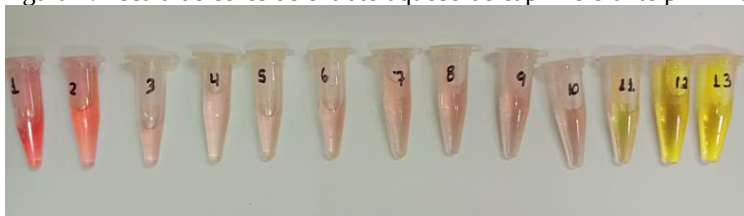
Testes do Indicador com Produtos

A capacidade indicadora do extrato foi testada em produtos comerciais e laboratoriais (vinagre, detergente, água destilada e solução de hidróxido de sódio). A metodologia padronizou a proporção de 20 gotas de extrato para cada 50 mL de produto, os pHs foram também aferidos com pHmetro de bancada Hanna Instruments.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presença de antocianinas no extrato de capim-elefante (*Cenchrus purpureus*) justifica a sensibilidade cromática observada na escala de pH 1 a 13, uma vez que esses pigmentos flavonoides atuam como indicadores naturais ao sofrerem transformações estruturais reversíveis conforme a acidez ou alcalinidade do meio. Em condições de pH ácido (1 a 2), a predominância do cátion flavilium confere ao extrato uma coloração avermelhada intensa e maior estabilidade molecular; com o aumento do pH em direção à neutralidade, ocorrem reações de hidratação do cátion flavilium formando estruturas do tipo pseudo-base carbinol e ao mesmo tempo ocorrem reações paralelas de desprotonação das bases quinoidais e a formação de quinoidais ionizadas. Resultando em tons rosa mais claros com a diminuição da forma vermelha e coexistências com essas novas estruturas. Já em meios fortemente básicos (11 a 13), a elevação do pH promove a abertura do anel central da molécula e a consequente formação de chalconas, o que explica a transição para tonalidades amareladas (Arruda *et al.*, 2019; Bristott, 2019; Fossen *et al.*, 1998; Lopes *et al.*, 2007). Essa variação é um excelente parâmetro visual para correlacionar diretamente a cor observada com pH do meio e pode ser trabalhada no ensino de química de forma didática com estudantes.

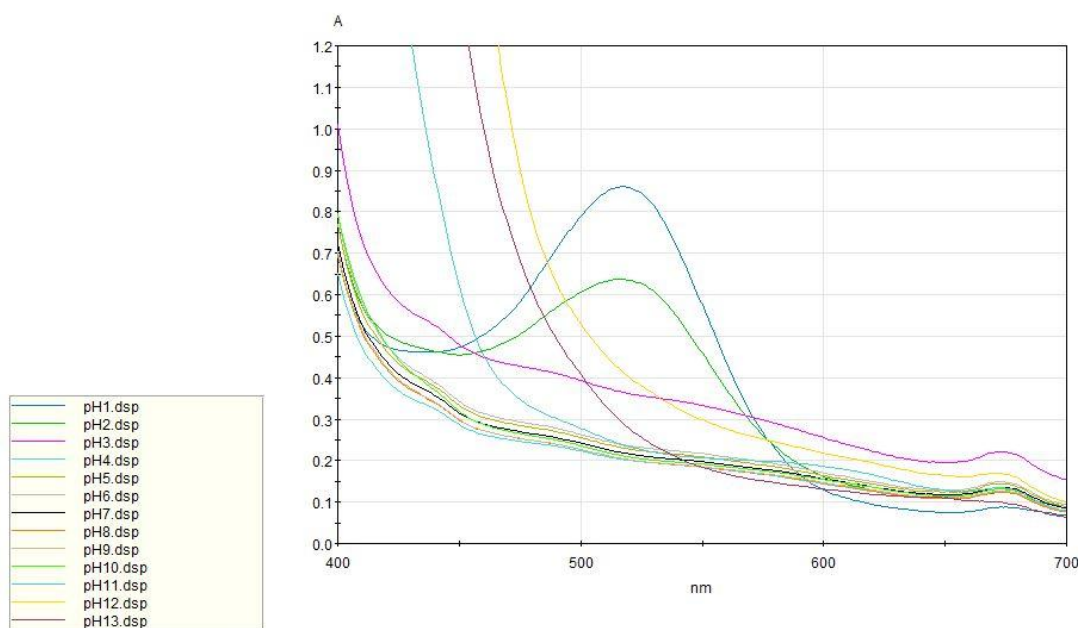
Figura 2. Escala de cores de extrato aquoso de capim elefante pH 1-13.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

O espectro de absorção UV-visível (Figura 3) indica que as antocianinas presentes no extrato são mais abundantes na região visível em meio ácido, especialmente nos pH 1 e 2, onde há um pico de absorbância bem definido próximo a 535 nm. Isso ocorre porque o cátion flavilium é a forma estrutural da antocianina que absorve luz fortemente nesse comprimento de onda, o que resulta na cor vermelha que se observa nos tubos (Lopes *et al.*, 2007).

Figura 3. Espectro de absorção UV-Visível do extrato aquoso de capim elefante



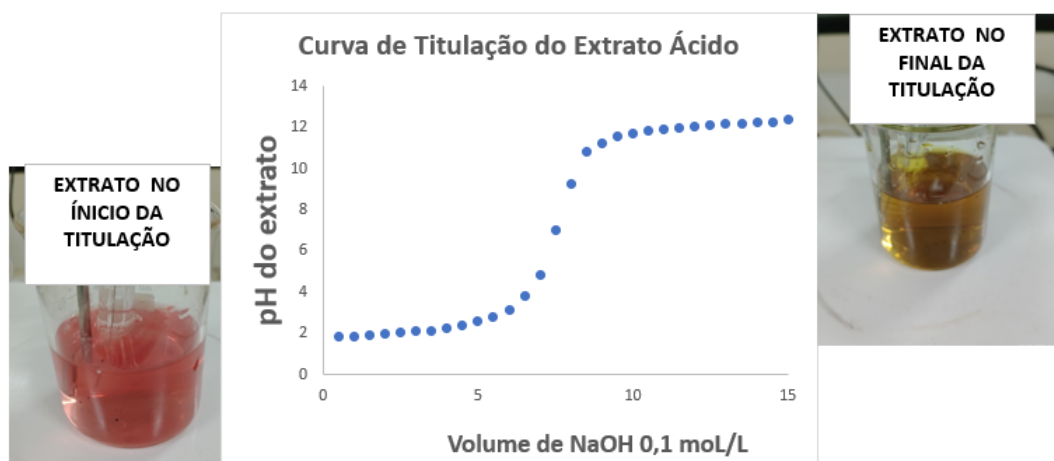
Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Quando o pH aumenta para a faixa de 3 a 10, a absorbância em 535 nm reduz drasticamente (as curvas se achatam), indicando que o cátion está se hidratando para formar espécies incolores ou de cor pálida, como a pseudobase carbinol e chalconas (Chua, *et al.*, 2024, Albarici, *et al.* 2006). Portanto, a leitura em 535 nm mostra-se altamente eficaz para quantificar a estabilidade e a concentração de antocianinas em meios ácidos onde há predominância do cátion flavilium, mas perde sensibilidade em meios neutros e básicos devido às transições estruturais do pigmento.

A curva de titulação que se obteve (Figura 4a) é típica de uma titulação de ácido forte (HCl) com base forte (NaOH), com uma elevação acentuada do pH na região do ponto de equivalência facilmente replicável em ambiente acadêmico para discussão de conceitos ácido e base. O extrato aquoso de capim-elefante, que serve como um indicador natural pela presença de antocianinas, se mostrou eficiente em um ensaio colorimétrico ao relacionar as alterações

estruturais do pigmento às mudanças de pH observadas. No início da titulação (pH em torno de 2), a coloração avermelhada reflete a predominância do cátion flavilium, estável em meio fortemente ácido. Com a adição gradual do titulante (NaOH), observa-se um patamar de resistência inicial seguido por uma ascensão vertical rápida entre os volumes de 7,0 mL e 8,0 mL, onde o sistema atinge a neutralidade. Nesse intervalo, a perda de cor visual para tons pálidos ou incolores indica a formação da pseudobase carbinol. Ao ultrapassar o ponto de equivalência e atingir a zona alcalina (pH > 10), a viragem para o amarelo confirma a abertura do anel das antocianinas e a formação de chalconas (Bordignon Junior, *et al.*, 2009). O perfil do extrato revelou um ponto de viragem em pH 7.

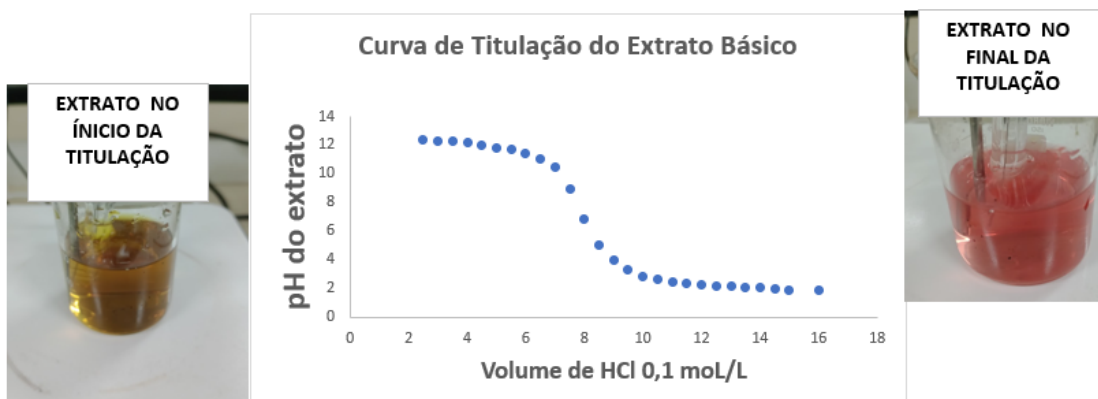
Figura 4a. Curva de titulação do ácido monoprótico (HCl 0,1 mol l⁻¹) por base monobásica (NaOH 0,1 mol l⁻¹) em concentrações equimolares.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Na curva de titulação da base forte (NaOH) pelo ácido forte (HCl) foi observado na região do ponto de equivalência um salto brusco de pH (Figura 4b). O extrato aquoso de capim-elefante demonstrou uma viragem visual nítida nessa zona: a coloração passou de amarelo (em pH fortemente básico, >12) para um tom rosa próximo à neutralidade, atingindo o vermelho após o ponto de equivalência, quando o meio se tornou ácido. Estes resultados validam o extrato de capim elefante como um indicador ácido-base de baixo custo e alta sensibilidade visual para uso em laboratório de ensino e pesquisa em substituição ao corante comercial.

Figura 4b. Curva de titulação da base monobásica (NaOH 0,1 mol l⁻¹) por ácido monoprótico (HCl 0,1 mol l⁻¹) em concentrações equimolares.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

O uso do indicador em produtos comerciais e laboratoriais (Tabela 1) também confirma a eficácia do extrato aquoso de capim-elefante como um indicador natural de pH, cujas variações cromáticas estão intrinsecamente ligadas às transformações estruturais das antocianinas presentes no vegetal, temática sugerida para o desenvolvimento em aulas práticas no ensino médio. Ao testar o vinagre (pH = 2,39), a coloração vermelha intensa observada confirma a predominância do cátion flavilium (Lopes *et al.*, 2007), para faixas de alta acidez. Para amostras com acidez moderada e próxima à neutralidade, como o detergente (pH = 5,52) e a água destilada (pH = 6,14), a viragem para o rosa mais claro reflete a hidratação parcial do cátion para a pseudobase carbinol, forma incolor que reduz a absorbância no espectro visível e resulta na atenuação da cor (Arruda *et al.*, 2019). Por fim, o teste com a solução de NaOH (pH = 11,94) resultou em uma coloração amarela, característica da formação de chalconas em meios básicos, o que demonstra que o extrato pode ser aplicado como indicador natural.

Tabela 1. Caráter ácido-base analisado em Produtos

Produto	pH observado	Coloração	Classificação
Vinagre	2,39	Vermelho intenso	ácido
Detergente	5,52	Rosa mais claro	ácido
Água destilada	6,14	Rosa mais claro	ácido
Solução de NaOH	11,94	amarelo	básico

Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos mostram que o extrato aquoso de capim-elefante (*Cenchrus purpureus*) é uma alternativa tecnicamente viável e eficaz para a construção de uma escala colorimétrica de pH e para ser utilizado como indicador em titulações ácido-base, o que possibilita o estudo desses conceitos químicos de forma simples e ilustrativa para alunos de variados níveis de ensino. A nítida transição do vermelho em meio ácido para o amarelo em meio básico evidencia que as antocianinas do capim-elefante possuem a sensibilidade indispensável para atuar como substitutas de indicadores sintéticos tradicionais. Além do baixo custo operacional e da facilidade de obtenção, o uso deste indicador natural alinha-se aos princípios da Química Verde, pois reduz a geração de resíduos tóxicos e minimiza a exposição a reagentes nocivos. Portanto, o extrato apresenta alto potencial para ser integrado em atividades de ensino e pesquisa, consolidando-se como uma ferramenta didática sustentável e acessível.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Embrapa pelo suporte financeiro, e a FAPEMIG projeto APQ-03630-23.

REFERÊNCIAS

- ALBARICI, T. R.; PESSOA, J. D. C. e FORIM, M. R. Efeito das variações de pH e temperatura sobre as antocianinas na polpa de açaí: estudos espectrofotométricos e cromatográficos. São Carlos: **Embrapa Instrumentação Agropecuária**, 2006. 5 p. (Comunicado Técnico, 78).
- ALEGBE, E. O.; UTHMAN, T. O. A review of history, properties, classification, applications and challenges of natural and synthetic dyes. **Heliyon**, vol. 10, n. 13, p. e33646, 2024.
- AMARAL, F. A.; SILVA, MENDES, R.M; LEITE, C.N.; LEITE, C.N.; ALVES, A.G.T.; BROCSH R. F.; CABIBRE, S.C. Proposal and Application for an Investigative Experiment for Construction of Titration Curves with Purple Cabbage Extract. **Revista Virtual de Química**, vol. 15, n. 1, p. 68-83, 2023.
- ARRUDA, M. R. E.; BARBOSA, E. K. S.; DA SILVA, C. F.; VINHAS, G. M. Avaliação de extratos de antocianinas como indicadores de pH obtidos por diferentes métodos. **Brazilian Journal of Food Research**, vol. 10, n. 3, p. 87-100, 2019.
- BISHAL, A.; ALI, K. A.; GHOSH, S.; PARUA, P.; BANDYOPADHYAY, B.; MONDAL, S.; JANA, M.; DATTA, A.; DAS, K. K. e DEBNATH, B. Natural dyes: Its Origin, Categories and

Application on Textile Fabrics in brief. **European Chemical Bulletin**, vol. 12, n. 8, p. 9780-9802, 2023.

BRISTOTT, G. **Cinética da degradação das antocianinas de três variedades de uvas, utilizando ácidos orgânicos nas temperaturas de 353,15 K e 363,15 K**. 2019. 83 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Centro de Educação Superior do Oeste, Universidade do Estado de Santa Catarina, Chapecó, 2019.

BORDIGNON JUNIOR, C. L.; FRANCESCOTTO, V.; NIENOW, A. A.; CALVETE, E; REGINATTO, F. H. Influência do pH da solução extrativa no teor de antocianinas em frutos de morango. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, vol. 29, n. 1, p. 183-188, 2009.

CHUA, L. S.; TANGA, H.Y; SOO, J. Effect of pH on the extraction and stability of anthocyanins from jaboricaba berries. **Food Chemistry Advances**, vol. 5, 2024.

ENARU, B.; DRETCANU, G.; POP, T. D.; STANILA, A.; DIACONEAS, Z. Anthocyanins: Factors Affecting Their Stability and Degradation. **Antioxidants**, vol. 10, n. 12, p. 1-24, 2021.

FOSSSEN, T.; CABRITA, L.; ANDERSEN, Ø. M. Colour and stability of pure anthocyanins influenced by pH including the alkaline region. **Food Chemistry**. vol.63, n.4, p.435–440, 1998.

LOPES, T. J.; XAVIER, M. F.; QUADRI, M. G. N.; QUADRI, M. B. Antocianinas: Uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. **Revista Brasileira de Agrociência**, vol. 13, n. 3, p. 291-297, 2007.

MENDONÇA, J. N. **Identificação e isolamento de corantes naturais produzidos por actinobactérias**. 2011. 121 p. Dissertação (Mestrado em Ciências - Área: Química) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2011.

NEGI, A. Natural Dyes and Pigments: Sustainable Applications and Future Scope. **Sustainable Chemistry**, vol. 6, n.3, p.1-50, 2025.

SILVA, A. F. S.; BRITO, L.M; GONÇALVES, J.L.S. Extratos vegetais: uma Alternativa à Fenolftaleína no Ensino de Química Analítica. **Revista Processos Químicos**, vol.12, n.23, p.37-41, 2018.

SINGH, T.; PANDEY, V. K.; DASH, K. K.; ZANWAR, S.; SINGH, R. Natural bio-colorant and pigments: Sources and applications in food processing. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 12, 2023.