

O USO DO EXTRATO DA CASCA DE CRIVIRI (*Mouriri guianensis* Aubl.) COMO INDICADOR ÁCIDO-BASE

Danilo S. Pereira¹; Péricles M. Nunes²; Ana B. F. Nunes³; Leila M. M. Neves⁴; Lorena D. Sakamoto⁴.

1. danilosantos8107@gmail.com
2. periclesnunes@professor.uema.br
3. anabeatrizfukuda@gmail.com
4. leilamacieln@hotmail.com
5. lornasakamoto59@gmail.com

Palavras-Chave: *Mouriri guianensis*; indicador ácido-base; carotenoides.

Introdução

Os indicadores de pH (ou ácido-base) são substâncias orgânicas conjugadas, que podem ser classificadas como ácidos ou bases fracas e que exibem cores distintas para cada forma, seja protonada ou ionizada (BACCAN et al, 2001). Eles funcionam de maneira eficaz, haja visto, suas moléculas que podem existir em diferentes formas estruturais, dependendo somente do pH da solução em que estão presentes. Todavia, quando o pH do meio muda, muda-se também a forma predominante do indicador, resultando em uma alteração perceptível de cor. Logo, essa propriedade única torna os indicadores de pH, ferramentas essenciais em diversas aplicações seja na química ou bioquímica, como por exemplo, na titulação ácido-base, e em testes de pH para monitorar processos industriais e ambientais (SHARMA, 2009). Além disso, a capacidade de fornecer informações visuais imediatas sobre a acidez ou alcalinidade de uma solução torna esses indicadores especialmente úteis em contextos educativos e de pesquisa (NAG, 2023).

Entretanto, Lima (2013) sugere que indicadores naturais coletados de plantas, flores e frutas são uma alternativa possível devido à sua biodegradabilidade e baixo impacto ambiental. As antocianinas são as principais responsáveis pela mudança de cor observada em testes de pH usando indicadores naturais. Segundo Nunes, Jansen e Quináia (2021), esse pigmento hidrossolúvel é classificado como flavonoides. Os flavonoides são compostos polifenólicos que possuem um esqueleto de 15 átomos de carbono distribuídos em anéis aromáticos para formar um heterocíclico oxigenado, foram descobertos em 1930. Além disso, eles têm sido extensivamente pesquisados por suas propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias e podem ser encontrados em uma série de componentes vegetais (CARVALHO FILHO, BORGES DE ASSIS, 2023).

A casca do fruto do criviri (*Mouriri guianensis*), uma planta encontrada em várias regiões do Brasil, surge como uma promissora alternativa como indicador natural ácido-base (PASSOS et al., 2021). Além disso, pesquisa sobre o uso da casca do criviri como indicador natural oferece uma oportunidade única para ampliar o conhecimento científico sobre essa planta pouco explorada, potencialmente revelando novos compostos bioativos, como carotenoides e flavonoides, que podem encontrar aplicações na indústria de alimentos e farmacêutica (RIBEIRO et al., 2019).

Apesar de ser encontrada em várias regiões, ainda há poucas informações disponíveis sobre *Mouriri guianensis* Aubl no campo da biotecnologia, sendo necessário desenvolver pesquisas sobre essa planta. Foi classificada como uma planta alimentícia não tradicional (PANC), sendo apreciado pela fauna aquática, que consome seus frutos (PASSOS, 2023).

O presente trabalho buscou avaliar o uso do extrato de *Mouriri guianensis* Aubl (criviri), como possível indicador natural de acidez e basicidade. Para tanto, realizou-se o preparo dos extratos pelos métodos, maceração e extração Soxhlet. Utilizou-se de métodos para as análises das propriedades do criviri, como espectrometria UV-VIS e cromatografia em camada delgada. A relevância deste trabalho está na contribuição para a substituição de indicadores sintéticos por alternativas naturais, promovendo a sustentabilidade e a inovação tecnológica no campo das ciências químicas.

Material e Métodos

4.1 Coleta e preparo da amostra

Os frutos foram coletados no povoado Sipauá (3°19'10.2"S 44°37'23.9"W) município de Anajatuba. No laboratório ocorreu a seleção dos frutos, em seguida, realizou o processo de sanitização. A separação da polpa foi realizada por agitador em água por 2 minutos, em seguida, procedeu-se à catação para obtenção da casca e depois levou a casca a estufa à 55° C para a secagem, após isso a casca foi triturada e armazenada.

4.2 Preparação do extrato hidroalcolico da casca do criviri

4.2.1 Soxhlet

Utilizou o equipamento de *Soxhlet* para realizar a extração dos compostos de interesses da casca do criviri, seguindo a metodologia de Luque de Castro e Priego-Capote (2010). Os extratos obtidos foram armazenados em vidrarias âmbar e colocados sob refrigeração a uma temperatura adequada, para não comprometer as amostras.

4.2.2 Maceração

Inicialmente, pesou-se 395 g da casca de criviri, em seguidas foram submetidas ao processo de maceração em álcool etílico 40% (v/v), depois manteve a mistura em repouso por 5 meses, com agitação ocasional. Após o período de maceração, o extrato obtido foi submetido a uma filtração simples para remover os resíduos sólidos, segundo Santos et al. (2019).

4.3 Análise em diferentes pH

Os extratos obtidos foram submetidos ao teste visual da mudança de coloração em diferentes pHs, conforme Oliveira, Sousa e Cole (2022). Prepararam-se soluções alcalinas, seguindo o protocolo de Gonçalves e Yamaguchi (2024).

4.4 Varredura Espectrométrica

Para o extrato que apresentou mudança de coloração, foi submetido a análise espectrométrica. Utilizou espectrômetro e cubetas de quartzo para efetuar as análises. Realizou-se a varredura na faixa do comprimento de onda de 320 a 800 nm do UV-VIS em todas as faixas de pHs trabalhadas de 1-13,4, e do extrato. Analisou a absorvância.

4.5 Corrida cromatográfica em camada delgada

Foi realizada a cromatografia em camada delgada (CCD), foram feitas quatro aplicações com diferentes amostras dos extratos do criviri, éter de petróleo, clorofórmio, álcool etílico e hidroalcolico, e duas aplicações para os marcadores padrões, de β -caroteno e de licopeno. Realizou-se duas corridas cromatográfica com diferentes fases móveis. Inicialmente a fase móvel utilizada foi éter de petróleo: éter etílico: acetona, na proporção de 40:10:10 (v/v/v). Para a segunda fase móvel utilizou acetonitrila: metanol: diclorometano, na proporção 75:20:5 (v/v/v), respectivamente. Finalizada a eluição, revelação foi feita com iodo.

4.6 Padronização de solução hidróxido de sódio (NaOH) por meio do indicador natural da casca de criviri.

O extrato de criviri preparado por maceração, foi utilizado como indicador natural em uma padronização envolvendo a solução de NaOH como titulante e biftalato de potássio 0,1 M como padrão primário. Para comparação, também foi utilizado fenolftaleína como indicador. A

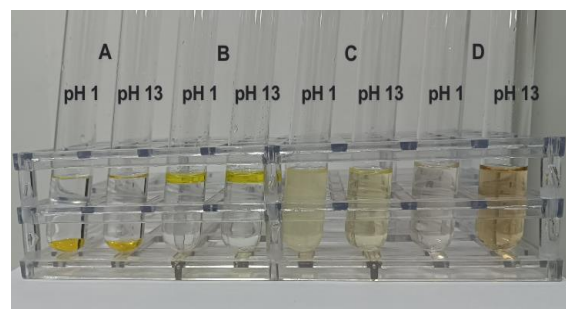
titulação foi realizada com a adição de NaOH, repetindo o procedimento em triplicada para assegurar a precisão dos resultados. O mesmo procedimento foi seguido com fenolftaleína.

Resultados e Discussão

5.1 Análise em diferentes pH

O teste preliminar realizado com os extratos clorofórmico, éter de petróleo e os etílicos, sendo extraído por *Soxhlet* e por maceração, em HCl 0,1 mol L⁻¹ e a base forte NaOH 0,1 mol L⁻¹. Apresentando a finalidade de identificar a eficiência dos indicadores e qual o(s) mais apropriado(s) como indicador(es) ácido-base.

Figura 1 - Teste preliminar dos extratos de clorofórmio (A), éter de petróleo (B), álcool etílico por Soxhlet (C) e álcool etílico por maceração (D).



Fonte: Autoral editada pelo Canva (2024).

O indicador hidroalcólico preparado por maceração (D), apresentou um melhor resultado na análise visual na percepção da mudança de coloração em diferentes Ph, mostrando uma coloração amarelo escuro para a solução alcalina (pH 13) e incolor para a solução ácida (pH 1). Sendo assim, os demais extratos extraídos por *Soxhlet* não mostrou uma mudança na coloração em meio ácido ou básicos. Uma das justificativas para os resultados obtidos, pode ser a degradação das moléculas responsáveis pela mudança de coloração no momento do preparo da amostra, utilizado na extração por *Soxhlet*.

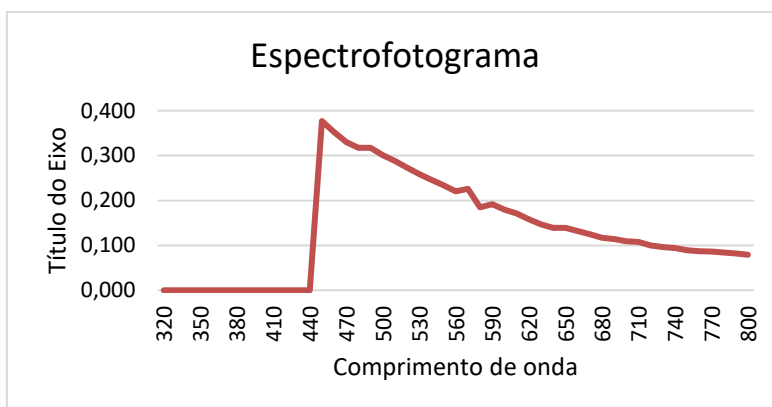
O extrato da maceração em álcool etílico 40 %, que teve melhor resultado foi submetido a uma análise mais detalhada de varredura de pH: pH 1,0; pH 3,0; pH 5,5; pH 7; pH 8,5; pH 11; pH 13,4. Pode-se observar que o extrato hidroalcólico em meio ácido não apresentou nenhuma coloração, na faixa de pH entre 1 e 5,5. Entretanto, em pHs neutros e básicos (7 a 13,4), apresentou uma coloração visível, variando do amarelo claro ao tom escuro, conforme o aumento do pH exibindo mudanças de cor perceptíveis em uma ampla faixa alcalina.

A mudança de coloração em diferentes pHs pode estar relacionada com a isomerização cis/trans dos carotenoides, especificamente o β -caroteno, afetando suas propriedades óticas e a cor observada. Essa isomerização pode ocorrer durante o aquecimento, exposição à luz ou mudanças no pH, resultando em uma diminuição da intensidade da cor e possivelmente alterando as propriedades nutricionais dos alimentos (BRITTON, 1995).

5.2 Análises Espectrométricas

5.2.1 Análise espectrométrica do extrato hidroalcólico por maceração.

A primeira varredura espectrométrica UV-Vis realizada foi do indicador hidroalcólico da casca de criviri, que resultou na mudança de coloração em diferentes pH. Obtendo-se o gráfico por meio da varredura entre os comprimentos de onda 320 nm à 800 nm .



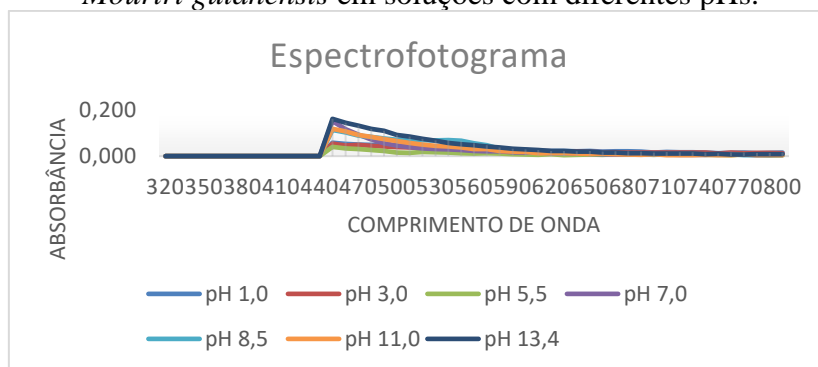
Fonte: autoral, 2024.

Nos comprimentos de onda entre 320 nm e 440 nm não houve absorção de luz, pois o extrato não absorve luz nesses comprimentos de onda. A absorção começa a aumentar a partir de 450 nm, com o comprimento de onda máximo de 0,377 de ABS, após 450 nm, há picos de ABS em 460 nm (0,352) e 470 nm (0,330). Já nos 600 nm a absorção começa a diminuir quase linearmente alcançando 800 nm.

5.2.2 Varredura espectroscópica em diferentes pHs

O extrato hidroalcolico de *Mouriri guianensis* possui compostos que apresentam cores em diferentes pHs, tornando um possível indicador ácido-base. Os resultados obtidos da varredura espectrométrica das soluções com os diferentes pHs contendo o indicador hidroalcolico, estão apresentados no gráfico 1, com os pH analisados (1,0; 3,0; 5,5; 7,0; 8,5; 11; 13,4).

Gráfico 1 - Análise das varreduras espectrométricas do extrato hidroalcolico da casca da *Mouriri guianensis* em soluções com diferentes pHs.



Fonte: autoral (2024).

Inicialmente, percebe-se que o indicador hidroalcolico nos comprimentos de onda 320 nm a 440 nm, em pH 1,0 a absorbância máxima é medida em 450 nm, no valor de 0,058. Em pH 3,0, a absorbância máxima em 450 nm é menor (0,054) do que em pH 1,0, com o efeito de redução de absorção ocorrendo conforme o comprimento de onda aumenta. Em pH 5,5, a absorbância em 450 nm é 0,040. Em pH neutro (7,0), o extrato exibe um grande pico de absorbância em 450 nm (valor de 0,151). Isso indica uma alta concentração de produtos químicos que absorvem nessa faixa, o que causa uma tonalidade amarelada. Sendo assim, eles estão começando a se decompor ou mudar de forma em condições ligeiramente alcalinas. Em pH 8,5, a absorbância em 450 nm é

0,113. Esse valor, embora ainda alta, é menor do que em pH 7,0, sugerindo coloração suave, que muda de tonalidade mais viva para mais escura conforme o aumento do pH. Em pH 11,0, a absorvância em 450 nm é 0,118, que é semelhante ao valor em pH 8,5, indicando que a absorvância e a coloração são estáveis em condições moderadas a fortes. Em pH 13,4, a absorvância em 450 nm aumenta para 0,161, apresentando a maior ABS de todos os pHs analisados. Resumindo, na medida que o comprimento de onda aumenta, a absorvância diminui gradualmente.

Na análise de absorvância em relação ao pH, entre o pH de 1 a 5,5 ocorreu o efeito hipocrômico, uma diminuição de intensidade. Já e entre o pH de 8,5 a 13,4 ocorreu o efeito hiperacrômico, aumento de intensidade. Sendo assim, a análise revela que o extrato hidroalcolico do criviri apresenta variações na absorvância em diferentes pHs, com picos visíveis em condições neutras e alcalinas no mesmo comprimento de onda 450 nm. As absorvâncias diminuem com o aumento do pH em meio ácido entre o pH 1 e 5,5 e aumenta em meio neutro, em seguida diminui até o pH 11 indicando uma redução na intensidade da coloração, e por fim, aumenta no pH 13,4, alcançando o maior pico, apresenta uma coloração mais intensa do amarelo escuro em relação aos demais compostos alcalinos.

As estruturas moleculares do licopeno e β -caroteno são compostas de átomos de carbonos e hidrogênios, com ligações duplas entre carbonos. Esses carotenoides apresentam comprimento de onda de máxima absorção em torno de 470 nm para o licopeno e 450 nm para o β -caroteno (RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA, 2004). A tabela 3 mostra os picos de máxima absorção nos comprimentos de ondas de 450 nm para β -caroteno e 470 nm para licopeno das amostras de diferentes pHs com o extrato hidroalcolico.

Tabela 3 – Comparação da máxima absorção das amostras de diferentes pHs contendo o indicador hidroalcolico.

pHs	Comprimento de onda de 450 nm	Comprimento de onda de 470 nm
1	0,058	0,050
3	0,054	0,048
5,5	0,040	0,031
7	0,151	0,093
8,5	0,113	0,089
11	0,118	0,092
13,4	0,161	0,131

Fonte: autoral (2024).

Os resultados apresentados na tabela 3 e na varredura espectrométrica, não comprovam a existência de licopeno nas amostras. Os carotenoides foram quantificados em espectrofotômetro com leitura de 350 nm a 600 nm, referindo-se aos picos de absorção do β -caroteno e licopeno. Para determinação do licopeno, foi utilizada a absorvância lida em 470 nm e, para o betacaroteno, a absorvância lida em 450 nm. Confirmando a presença de betacaroteno no extrato da casca da fruta de criviri.

5.2.3 Análises da absorção dos flavonoides

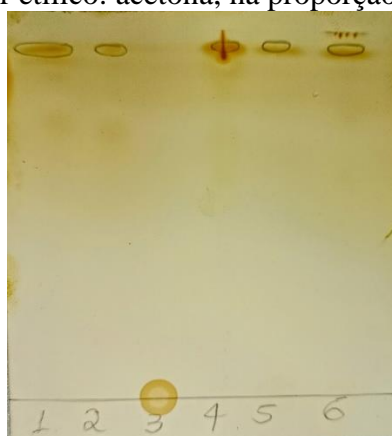
Estudos como o de Fernandes et al. (2017) demonstram que extratos vegetais ricos em antocianinas exibem picos de absorção em torno de 500 nm. A análise espectrométrica não

apresentou picos relevantes, indicando a ausência desses compostos nas amostras, conforme já tinha sido comprovado pelo teste de antocianinas descrito por Matos (2009).

5.3 Cromatografia em Camada Delgada (CCD).

O método foi avaliado em todas as amostras de extratos da casa do *Mouriri guianensis* e nos padrões de licopeno e β -caroteno. Esse teste foi feito em duplicata, com diferentes fases móveis e os resultados para a altura da corrida dos eluentes (ACE). Diante o cromatograma pode-se observar que as amostras extraídas por *Soxhlet* (amostras 4, 5 e 6) apresentaram perfis semelhantes do ponto de vista qualitativo obtendo a mesma altura da corrida dos padrões de β -caroteno e licopeno, indicando assim a presença dos dois compostos ou de um nos extratos.

Figura 1 - Perfil cromatográfico (cromatograma 1), para análise com a fase móvel utilizada: éter de petróleo: éter etílico: acetona, na proporção de 40:10:10 (v/v/v).



Fonte: Autoral (2024).

Legenda: 1: Amostra padrão de β -caroteno; 2: amostra padrão de licopeno; 3: amostra do extrato hidroalcolólico preparado por maceração; 4: amostra do extrato em éter petróleo; 5: amostra do extrato em álcool etílico; 6: amostra do extrato em clorofórmio.

Vale ressaltar que o extrato preparado por maceração em álcool etílico 40% (3) não apresentou deslocamento na placa de sílica gel, indicando em um primeiro momento a ausência de compostos carotenoides. Todavia, esse fato tem íntima relação com a polaridades dos solventes utilizados na fase móvel. Sendo assim, optou-se em fazer uma nova corrida cromatográfica com reagentes mais polar diferentemente da anterior que se tratava de uma fase móvel mais apolar.

As substâncias padrões de licopeno e β -caroteno foram escolhidas para essa validação por já terem sido caracterizadas no fruto de criviri, pela análise espectrométrica. O licopeno e β -caroteno apresentaram ACE semelhantes (8,0 cm), a justificativa para esse valor ser tão próximo está associada a estrutura química de ambas.

Figura 2 - Perfil cromatográfico (cromatograma 2), para análise com a fase móvel utilizada, acetonitrila: metanol: diclorometano, na proporção 75:20:5 (v/v/v).



Fonte: Autoral (2024).

Legenda: 1: Amostra padrão de β -caroteno; 2: amostra padrão de licopeno; 3: álcool etílico preparado por maceração; 4: amostra do extrato em éter petróleo; 5: amostra do extrato em álcool etílico; 6: amostra do extrato em clorofórmio.

Os carotenoides são insolúveis em água, exceto quando formando complexos com proteínas (carotenoproteínas) (VILLALE, 1976). Isso indica que o extrato preparado por maceração se trata de um composto complexo com proteína e carotenoide, por isso não ocorreu a corrida da amostra 3 no cromatograma 1.

Na presença de uma fase móvel mais polar (cromatograma 2), as amostras e os padrões deslocaram-se, apresentando alturas das corridas dos eluentes parecido em todas as amostras (7,6 cm). Portanto, observa-se que as amostras padrões de β -caroteno (1) e licopeno (2), apresentaram manchas nítidas e bem definidas na faixa superior da placa. Para a amostra de álcool etílico 40 % preparado por maceração, visualizou-se uma pequena mancha na parte superior da placa apresentando uma marcação semelhante das amostras 1 e 2, mas, permaneceu composto nítido ao longo do cromatograma com alturas da corrida dos eluentes de 5,2 cm. Para a amostra 4, observa-se uma mancha na faixa superior, similar ao padrão de β -caroteno e licopeno. A amostra 5, visualizou-se que as manchas aparecem em posições variadas. Por fim, a amostra 6, apresentou manchas mais distintas com manchas também na parte superior. Observa-se, que todos (3, 4, 5 e 6) apresentaram manchas bem variadas indicando a presença de outros compostos.

A fase móvel utilizada (Acetonitrila: Metanol: Diclorometano) possui uma polaridade intermediária, permitindo a separação eficaz de compostos com diferentes polaridades. Os padrões de β -caroteno e licopeno são identificáveis nas faixas superiores da placa, indicando a presença desses compostos nas amostras analisadas. A variação nas manchas das amostras sugere que o método de extração e o solvente utilizado influenciam no perfil de compostos extraídos. A movimentação de uma molécula polar em uma placa de cromatografia em camada delgada (CCD) depende da polaridade da fase móvel.

Tabela 4 – Valores das alturas da corrida dos eluentes (ACE) para cada cromatograma.

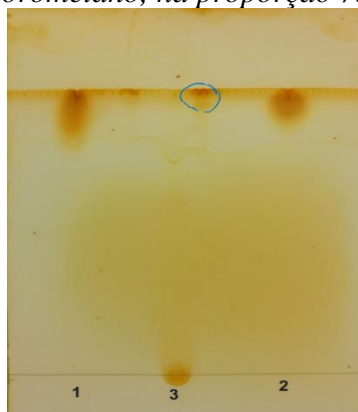
Amostras	Cromatograma 1 ACE (cm)	Cromatograma 2 ACE (cm)	Cromatograma 3 ACE (cm)
β -caroteno	8	7,6	6,8
Licopeno	8	7,6	6,8

Álcool etílico p.p.m. (3)	-	5,2	6,8
Éter de petróleo (4)	8	7,6	-
Álcool etílico (5)	8	7,6	-
Clorofórmio (6)	8	7,6	-

Fonte: Autoral (2024).

Contudo, optou-se por realizar mais uma corrida cromatográfica (figura 16) com os padrões de β -caroteno e licopeno, com a amostra de álcool etílico 40% preparado por maceração (ppm) após realizada uma extração líquida-líquida, utilizando éter de petróleo como solvente.

Figura 3 - Perfil cromatográfico (cromatograma 3), com a fase móvel utilizada, acetonitrila: metanol: diclorometano, na proporção 75:20:5 (v/v/v).



Fonte: Autoral (2024).

Legenda: 1: Amostra padrão de β -caroteno; 2: amostra padrão de licopeno; 3: álcool etílico preparado por maceração.

No cromatograma 3, observou-se que os padrões e a amostra particionada, obtiveram os mesmos valores de ACE (6,8 cm), indicando a presença de carotenoides no extrato de criviri preparado por maceração em álcool etílico.

5.4 Padronização

Como o extrato da casca da *Mouriri guianensis*, apresentou mudança de coloração em meio neutro e alcalino, segundo os resultados apresentados no teste em diferentes pHs, optou por fazer a padronização com uma solução básica (NaOH), para verificar a eficiência do indicador natural da casca de criviri preparado por maceração em comparação com o indicador fenolftaleína.

Tabela 5 – Análise do volume gasto de NaOH em triplicata na padronização com a utilização do indicador natural de criviri.

Titulações	Volume (mL) gasto de NaOH	Média	Desvio Padrão
1	10,2		
2	10,1	10,06	0,15
3	9,9		

Fonte: Autoral (2024).

Tabela 6 – Análise do volume gasto de NaOH em triplicata na padronização com a utilização do indicador fenolftaleína.

Titulações	Volume (mL) gasto de NaOH	Média	Desvio Padrão
1	10,2		
2	10	10,13	0,12
3	10,2		

Fonte: Autoral (2024).

As tabelas apresentam resultados como valores gastos de NaOH para os dois indicadores, com média de volume (mL) gasto de NaOH de 10,06 mL com a utilização do indicador natural de criviri e média de 10,13 com a utilização de fenolftaleína, além de apresentarem desvio padrão similares 0,15 e 0,12, respectivamente. Os resultados mostraram que o extrato de *Mouriri guianensis* preparado por maceração apresentou-se como um promissor indicador alcalino.

Conclusões

Os testes realizados com o extrato da casca de *Mouriri guianensis*, demonstraram seu potencial como indicador ácido-base natural. Sendo que o extrato hidroalcolico preparado por maceração apresentou a melhor percepção visual da mudança de cor, amarelo escuro em solução alcalina (pH 13) e incolor em solução ácida (pH 1). Em relação aos extratos preparados por Soxhlet, não houve nenhuma mudança de coloração significativa.

Já pela varredura espectrométrica nos diferentes pHs (1, 3, 5,5, 7, 8,5, 11, 13,4) contendo o indicador, observou-se com mais clareza a eficiência do indicador natural de criviri, com variações na coloração. Ademais, pode-se confirmar também a presença de β -caroteno no extrato hidroalcolico, devido os notáveis picos de máxima absorbância em condições neutras e em condições alcalinas no comprimento de onda 450 nm. Além de apresentar uma relação de intensidade da cor, que variou conforme o aumento do pH nas amostras. Vale ressaltar que nas análises de pH em relação a absorbância, ocorreu o efeito hipocrômico (diminuição de intensidade) entre os pHs de 1 a 5 e o efeito hiperocrômico (aumento de intensidade) entre os 8,5 a 13,4.

A cromatografia em camada delgada (CCD), das amostras extraídas por Soxhlet mostraram perfis semelhantes aos padrões de β -caroteno e licopeno, enquanto o extrato por maceração deslocou-se em uma fase móvel mais polar.

Possivelmente, a mudança de coloração pode ser atribuída à presença e comportamento do β -caroteno, haja visto a ausência de antocianinas nos extratos. Os carotenos são sensíveis a alterações ambientais, com isomerização cis/trans afetando suas propriedades óticas e a cor observada. A exposição à luz e calor pode induzir a degradação dos carotenoides, formando compostos incolores ou alterando sua intensidade de cor, devido à sua estrutura química com cadeias de duplas ligações conjugadas, responsáveis pela absorção de luz em comprimentos de onda específicos, resultando em cores distintas em diferentes pHs.

O extrato hidroalcolico, comparado à fenolftaleína, teve volumes de NaOH similares e desvio padrão próximo, confirmando seu potencial como indicador de pH. Esse comportamento foi particularmente evidente no extrato hidroalcolico preparado por maceração, que apresentou mudanças de cor mais distintas em resposta a variações de pH do que os extratos preparados por Soxhlet.

Este estudo sugere que o extrato de *Mouriri guianensis* Aubl, especialmente quando preparado por maceração hidroalcolica, é uma alternativa viável e sustentável aos indicadores



de pH sintéticos, oferecendo uma aplicação prática em análises químicas e potencial para outras aplicações biotecnológicas onde a monitorização do pH é crítica.

Referências

- ALMEIDA, F. S.; et. al. Investigation of the Potential of Plant Extracts as Natural Indicators for Acid-Base Titration in Undergraduate Chemistry Laboratory Classes. *Journal of Chemical Education*, 98(7), 2153-2161, 2020.
- ANTONIO, F.; et. al. Métodos clássicos de separação. [s.l: s.n.], 20216. Disponível em: <<https://www2.ufjf.br/quimica/files/2016/08/M%c3%a9todos-cl%c3%a1ssicos-de-separa%c3%a7%c3%a3o-REVISADO-2016.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2024.
- AQUINO NETO, F. R.; NUNES, D. S. S. *Cromatografia: princípios básicos e técnicas afins*. Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2003.
- ARRUDA, M. R. E.; et. al. Avaliação de extratos de antocianinas como indicadores de pH obtidos por diferentes métodos. *Brazilian Journal of Food Research*, Campo Mourão, v. 10 n. 3, p. 87-100, jul./set. 2019.
- BACCAN, Nivaldo et al. *Química analítica quantitativa elementar*. Editora Blucher, 2001.
- BARAHONA, C. E. H.; BONILLA, M. L. R. Obtención de indicadores ácido base a partir de cáscara de *Phaseolus vulgaris* (frijol negro). Bachelor thesis, Universidad de El Salvador, 2006.
- BERG, M. E. *Plantas medicinais na Amazônia. Contribuição ao seu conhecimento sistemático*. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, 207p, 1996.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº. 166. 2017.
- BRITTON, G. Structure and Properties of carotenoids in relation to function. *Fed. Am. Soc. Exp. Biol. (FASEB) Journal*, Bethesda, vol. 9, nº 15, p. 1551-1558, 1995.
- BRITTON, G.; LIAAEN-JENSEN, S.; PFANDER, H. (Eds.) *Carotenoids: Handbook*. Basel: Birkhäuser, Germany, 2004.
- BROWN, T.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. *Química: a ciência central*. 9ª ed. PrenticeHall, 2005.
- CATTANI, V. B. *Cromatografia–Noções gerais e Cromatografia Líquida de Alta Eficiência*. Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Educação Superior Norte – RS, 2013.
- CARVALHO FILHO, R. S. de M.; BORGES DE ASSIS, J. NOVO INDICADOR NATURAL ÁCIDO-BASE PARA O ENSINO DE QUÍMICA A PARTIR DA *Euphorbia Leucocephala* Lotsy. *R. Eletr. Cient. Inov. Tecnol*, Medianeira, v. 14, n. 34, p 52- 66, jul/set, 2023.
- CHECHETA, O. V.; SAFONOVA, E. F.; SLIVKIN, A. I. STRUCTURE OF CHEMICAL COMPOUNDS, METHODS OF ANALYSIS AND PROCESS CONTROL THIN-LAYER CHROMATOGRAPHY CHARACTERISTICS OF b-CAROTENE. Translated from *Khimiko-Farmatsevticheskii Zhurnal*, Vol. 46, No. 5, pp. 54 – 56, May, 2012.
- COLLINS, C. H.; BRAGA, G. L.; BONATO, P. S.; *Introdução a Métodos Cromatográficos*. Editora Unicamp, Campinas, 2006.
- Cromatografia Líquida. Carotenóides - Aspectos Espectrométricos e Cromatográficos*. Disponível em: <https://www.cromatografialiquida.com.br/carotespec.htm>. Acesso em: 05 jul. 2024.
- CUCHINSKI, A. S. et al. Extração do corante da beterraba (*Betavulgaris*) para a utilização como indicador ácido-base. *Ecl. Quím.*, São Paulo, 35 - 4: 17 - 23, 2010.
- DE MORAIS, C. F; DE ASSIS, J. B. Novo Indicador Natural ácido-base para o ensino de química a Partir da *Euphorbia Leucocephala* Lotsy. *Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia*, v. 14, n. 34, p. 52-66, 2023.
- DEGANI, A. L. G.; CASS, Q. B.; VIEIRA, P. C. *Cromatografia: um breve ensaio*. *Revista Química nova na Escola*, n. 07, p.21-25, 1998.
- FERNANDES, L. et al. Edible flowers: A review of the nutritional, antioxidant, antimicrobial properties and effects on human health. *Journal of Food Composition and Analysis*, v.60, n.1, p.38–50, 2017.
- FRANCIS, F. J. *Handbook of food colorant patents*. Food and Nutrition Press. Inc, USA, 1986.
- FONSECA, P. da.; LIBRANDI, A. P. L. Avaliação das características físico-químicas e fitoquímicas de diferentes tinturas de barbatimão. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas* vol. 44, n. 2, abr./jun., 2008.

- FONTANA, J. D. et al. Carotenoides Cores Atraentes e Ação Biológica Biotecnologia e ciência e desenvolvimento, nº 13, p.40-45, mar. 2000.
- GANESHPURKAR, A., & SALUJA, A. K. The pharmacological potential of rutin. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 25(2), 149-164, 2017.
- GONÇALVES, T. M.; YAMAGUCHI, K. K. de L. DESVENDANDO OS MISTÉRIOS DOS PERFUMES: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERDISCIPLINAR PROMOTORA DO CONHECIMENTO NO ENSINO DE QUÍMICA E BIOLOGIA. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, [S. l.], v. 10, n. 5, p. 4979–4995, 2024. DOI: 10.51891/rease.v10i5.14190. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/14190>. Acesso em: 10 jul. 2024.
- GONÇALVES, T. M; YAMAGUCHI, K. K. de L. O Extrato Aquoso de flores de Bela Emília (*Plumbago auriculata*) como indicador natural de pH no Ensino Investigativo de Química. *Revista JRG de Estudos Acadêmicos*, Ano 7, Vol. VII, n.14, jan-jul., 2024.
- KHOO, H. E., AZLAN, A., TANG, S. T., & LIM, S. M. Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food & Nutrition Research*, 61(1), 1361779, 2017.
- KOLL, K.; REICH, E.; BLATTER, A.; VEIT, M. Validation of standardized highperformance thin-layer chromatographic methods for quality control and stability testing of herbals. *Journal of AOAC International*, v. 86, n. 5, p. 909-915. 2003.
- LACERDA, C. G. de S. Desenvolvimento e Validação de Fingerprint por Cromatografia em Camada Delgada (...). Natal-RN, 2022.
- LIMA, R. Escala de pH e indicadores ácido-base naturais, 2013. Disponível em: <<http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/escala-de-phe-indicadores-acido-base-naturais/1148>> Acesso em: 22 fev. 2024.
- LIMA, P. E. S.; NUNES, P. M. Identificação de carotenoides da casca do Criviri (*Mouriri guianensis* Aubl.). 2023. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2023.
- LOPES, T.; XAVIER, M.; QUADRI, M. G. e QUADRI, M. Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. *Current Agricultural Science and Technology*, v. 13, n. 3, 2007.
- LUQUE DE CASTRO, M. D.; PRIEGO-CAPOTE, F. Soxhlet extraction: Past and present panacea. *Journal of chromatography. A*, v. 1217, n. 16, p. 2383–9, 2010.
- MARÇO, P. H.; POPPI, R. J.; SCARMINIO, I. S. Procedimentos analíticos para identificação de antocianinas presentes em extratos naturais. *Química Nova*, vol. 31, nº 5, 1218-1223, 2008.
- MARTIN, M. G. M. B.; MARTENDAL, E.; HUELS- MANN, R. D. Uma proposta didática contextualizada para o curso de licenciatura em química: o caso do ensino de química analítica. *Revista Aproximação*, vol. 2, n. 3, p.21-26, 2020.
- MATOS, F. J. de Abreu. Introdução à fitoquímica Experimental. Edições EFC, Fortaleza, vol. 3, 2009.
- MENDES, M. F. A. Espectrofotometria. 2009. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/leo/site_espec/conceito.html>. Acesso em: 29 jun. 2024.
- MORAIS, F. L. De. Carotenoides: características Biológicas e Químicas. Brasília – DF, março, 2006.
- MOTA, T. C; CLEOPHAS, M. G. Proposta para o Ensino de Química Utilizando a Planta *Pterodon abruptus* (Moric.) Benth. como Indicador Natural de pH. *Rev. Virtual Quim.*, 2014, 6 (5), 1353-1369. 24 de setembro de 2014.
- MOREIRA SOUSA, J. D.; DUTRA SAKAMOTO, L.; GARCIA DA SILVA, L. C.; FUKUDA NUNES, A. B.; NUNES, P.M Desenvolvimento de Bebida Alcoólica Fermentada de Criviri (*Mouriri guianensis*) – “CRIVICHAÇA”. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 62., 2023, São Paulo. Anais [...]. São Paulo: ABQ, 2023. Disponível em: <https://www.abq.org.br/cbq/2023/trabalhos/10/24795-29613.html>. Acesso em: 29 jul. 2024.
- NAG, Mrinmoy et al. A Review on Application of Natural Indicators in Acid-base Titration. *Pharmacognosy Reviews*, v. 17, n. 34, 2023.
- NELLIS, S. C.; CORREIA, A. DE F. K.; SPOTO, M. H. F. Extração e quantificação de carotenoides em minitomate desidratado (Sweet Grape) através da aplicação de diferentes solventes. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 20, 22 maio 2017.

NEVES, B. R. *CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE PUPUNHA (Bactris gasipaes Kunth)*. 2018. 75f. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA, 2018.

NUNES, C.; JANSEN, A.; QUINÁIA, S. Otimização da extração de antocianinas presentes no feijão-preto e impregnação do extrato em matriz polimérica natural para uso como indicador de pH. *Química Nova*, 2021.

FUKUDA NUNES, Ana Beatriz; SILVA, Deivid Wesley Coutinho; SAKAMOTO, Lorena Dutra; SILVA, Lourran Carlos Garcia da; NUNES, Serlyjane Penha Hermano; NUNES, Péricles Mendes. Determinação qualitativa e quantitativa de flavonoides nos frutos e folhas do Criviri (*Mouriri guianensis* Aubl.). In: VII Workshop Brasileiro de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia, 2023, Belém. Anais... Belém: Rede BIONORTE, 2023. E-pôster. Disponível em: <https://www.wbbba23.com.br/trabalhos/aprovados.php>. Acesso em: 29 jul. 2024.

FUKUDA NUNES, Ana Beatriz; CORDEIRO, Juliene Ferreira dos Santos; NUNES, Péricles Mendes. Potencial adsorptivo das sementes e cascas do Criviri (*Mouriri guianensis* Aubl.) na remoção de íons cobre em aguardentes. In: II Simpósio de Ciência, Inovação e Sociedade: uso de tecnologias e seus impactos na saúde física e mental da pessoa humana, 2024, São Luís. Anais... São Luís: Faculdade EDUFOR, 2024. Disponível em: <https://saoluis.edufor.edu.br/artigo/edufor-realizou-a-premiacao-dos-trabalhos-cientificos-do-ii-simposio-de-ciencia-inovacao-e-sociedade>. Acesso em: 29 jul. 2024.

OLIVEIRA, W. S.; SOUSA, P. S. A.; COLE, T. S. S. Produção de Indicadores Ácido-Base Naturais em Solução e em Papel a Partir de Extratos de Plantas com Potencial Aplicação no Ensino de Química. *Química Nova na Escola*. São Paulo-SP, BR Vol. 45, N° 2, p. 131-141, MAIO 2022.

OLIVEIRA, J. M., et al. Development and Application of Analytical Methods Using Natural Indicators for Acid-Base Titrations: A Review. *Journal of Analytical Chemistry*, 72(11), 1105-1115, 2017.

Ortiz, A. C. V., Mamani, M. L. S., Ovando, E. V., Peñarrieta., J. M. L; Obtención del betacaroteno a partir de la zanahoria y su aplicación en la industria alimenticia. Obtenido de Universidad Mayor de San Andrés, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/9307>>.

PASSOS, A. M., et al. Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs): Caracterização Química e Potencial Terapêutico. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 23, e012420, 2021.

PASSOS, M. A. B. Plantas alimentícias não convencionais (ANC) no estado do Maranhão, Brasil. *REVISTA FOCO*, v. 16, n. 3, p. e1380-e1380, 2023.

PEREIRA, A. S. et al. O uso de indicadores naturais para abordar a experimentação investigativa problematizadora em aulas de Química. *Educação Química em Punto de Vista*, [S. l.], v. 1, n. 2, 2017. DOI: 10.30705/eqpv.v1i2.891. Disponível em: <https://revistas.unila.edu.br/eqpv/article/view/891>. Acesso em: 05 jul. 2024.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. *Química de Alimentos*. Instituto Maua de Tecnologia. Edgard Biucher Ltda, 1ª edição, São Paulo, p.155-157, 2004.

RIBEIRO, J. S., et al. Bioactive Compounds from Brazilian Fruits and Their Potential Health Effects. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 41(6), e-554, 2019.

ROCHA, D. S; REED, E. Pigmentos naturais em alimentos e sua importância para a saúde. *Estudos*, Goiânia, v. 41, n. 1, p. 76-85, jan./mar. 2014.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. *HarvestPlus Handbook for Carotenoid Analysis*. Copyright HarvestPlus, 2004.

ROMANO, T. da C. Separação dos Pigmentos em Camada Delgada Utilizando como Suporte Lata de Alumínio. *Scientia Amazônia*, v. 9, n.4, e41-47, 2021.

RUFINO, M. do S. M. *Propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais*. Mossoró-RN, 2008.

RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R. E; BRITO, E. S; PÉREZ-JIMÉNEZ, J; SAURA-CALIXTO, F; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, v. 121, n. 4, p. 996–1002, ago. 2010.

SANTOS, A. C., et al. Spectrophotometric Determination of pH Using Natural Indicators Extracted from Brazilian Fruits and Vegetables. *Química Nova*, 42(8), 897-905, 2019.

SANTOS, G. S. Antocianinas como Indicador Ácido-Base com Potencial Aplicação no Espaço Escolar. 2017, 95 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) –Universidade Federal do Pampa, Química, 2017.



SHARMA, S. Use and Impact of E-Resources at Guru Gobind Singh Indraprastha University (India): A Case Study. *Electronic Journal of Academic and Special Librarianship*, 10, 69-78, 2009.

SOUSA, J.D. Moreira; SAKAMOTO, L. Dutra; SILVA, L.C. Garcia da; NUNES, A.B. Fukuda; NUNES, P. Mendes. Desenvolvimento de bebida alcoólica fermentada de Criviri (*Mouriri guianensis*) – “CRIVICHAÇA”. In: 62º Congresso Brasileiro de Química, 2023, Natal. Anais... Natal: ABQ, 2023. Disponível em: <https://www.abq.org.br/cbq/2023/trabalhos/10/24795-29613.html>. Acesso em: 29 jul. 2024.

SILVA, D. W. C. Screening fitoquímico e quantificação espectrofotométrica de flavonóides das folhas e frutos do criviri (*Mouriri Guianensis* aubl.). (graduação) - Química Licenciatura, Departamento de Química, Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2021.

TERCI, D. B. L.; ROSSI, A. V. Indicadores naturais de pH: usar papel ou solução? *Quim. Nova*, 25, 4, 684-688, 2002.

VINADÉ, M. E. do C.; VINADÉ, E. R. do C. Métodos espectroscópicos de análise quantitativa. Santa Maria: Ed. UFSM, 272, 2005.

VILLELA, G. G. Pigmentos animais. Editado pela academia Brasileira de Ciências, p.5-31, 1976.

VOGEL, Arthur Israel. Química Analítica Quantitativa. 5ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.