

Avaliação de extratos de antocianinas como indicadores de pH obtidos por diferentes métodos

RESUMO

Mirela Ribeiro Embirassú Arruda
mirelaribeiro1812@hotmail.com
<http://orcid.org/0000-0002-3438-7608>
Universidade Federal de Pernambuco,
Recife, Pernambuco, Brasil.

Elaiane Karine da Silva Barbosa
elaianebarbosaa@gmail.com
<http://orcid.org/0000-0003-1738-906X>
Universidade Federal de Pernambuco,
Recife, Pernambuco, Brasil.

Carla Fabiana da Silva
carla.fsilva@ufpe.br
<http://orcid.org/0000-0002-9921-5508>
Universidade Federal de Pernambuco,
Recife, Pernambuco, Brasil.

Glória Maria Vinhas
gmvinhas@vahoo.com.br
<http://orcid.org/0000-0001-5073-609X>
Universidade Federal de Pernambuco,
Recife, Pernambuco, Brasil.

As antocianinas são moléculas responsáveis por uma variedade de cores características de flores, frutos, algumas folhas, caules e raízes de plantas. Estas moléculas, pertencentes à classe dos flavonoides, podem ser encontrados em cores como vermelha, roxa ou azul. As antocianinas apresentam a propriedade de exibir diferentes colorações, dependendo do pH do meio em que se encontram, devido a grupos como hidroxilas e carboxilas ligados à sua estrutura. Por isso, esses pigmentos podem ser utilizados como indicadores de pH. Apesar de muitos estudos apresentarem resultados quantitativos para diferentes métodos de extração de indicadores naturais de pH, não há estudos comparativos acerca do comportamento desses indicadores com o tempo. Visando contribuir com resultados sobre a estabilidade de indicadores naturais, neste estudo foram extraídas antocianinas do repolho roxo (*Brassica oleracea* var. *capitata*) e da uva Isabel (*Vitis labrusca*) por meio dos métodos de Soxhlet, decocção e extração a frio. A aplicação de cada extrato como indicador ácido-base foi avaliada em soluções tamponadas de pH 1 a 14. Através de espectros de absorção molecular na região do visível, também se observou a estabilidade destes extratos ao longo do tempo, durante 12 dias de análise. O método de extração por decocção, tanto para a uva Isabel como para o repolho roxo, foi o que proporcionou maior estabilidade aos extratos, sendo o extrato de repolho mais estável em relação ao de uva. Nas soluções tampão, cinco gotas de cada extrato foram adicionadas e verificou-se que os extratos de repolho apresentaram maior variabilidade e intensidade nas colorações, variando desde rosa, em pH ácido, até amarelo, em pH básico. Portanto, através deste estudo verificou-se que é possível a extração de antocianinas a partir do repolho roxo e de uvas Isabel, entretanto os extratos obtidos do repolho desempenharam a função de indicadores de pH de forma mais eficiente.

PALAVRAS-CHAVE: extração; espectroscopia de absorção molecular; indicadores ácido-base.

INTRODUÇÃO

Os primeiros indicadores de pH naturais foram obtidos por volta do século XVII. Esse feito é creditado a Robert Boyle, que percebeu mudanças de cor num licor de pétalas de violeta em soluções básicas e ácidas. Em soluções básicas se observava a coloração verde, enquanto ao colocar esse licor num papel, pingando em seguida gotas de ácido acético, Boyle constatou a mudança para cor vermelha (TERCI; ROSSI, 2002). Esses compostos químicos presentes no licor foram denominados Antocianinas. Esse nome, derivado do grego, significa literalmente “cor azul” (ALVES, 2005; LOPES *et al.*, 2007)

Repolho roxo, uvas, morangos, framboesas, berinjela, acerola, batata doce, entre outros podem ser mencionados como fontes naturais importantes onde podem ser encontradas antocianinas (URANGA *et al.*, 2018). Dentre as fontes de antocianinas, o repolho roxo tem se destacado devido à alta concentração do composto ou coloração intensa em suas folhas e, principalmente, pela estabilidade química do corante (CARVALHO *et al.*, 2019). Nas uvas, são encontradas quase exclusivamente nas peles, com apenas um pequeno número de espécies mostrando esses compostos no bagaço (LIAZID *et al.*, 2011). A extração de antocianinas requer cuidadosa atenção para as condições operacionais, uma vez que depende de fatores como tipo de solvente, razão sólido/líquido, agitação e temperatura (LIMA *et al.*, 2017).

As moléculas de antocianinas possuem como grupos substituintes hidroxilas, carboxilas, metoxilas e glicosilas residuais ligados aos seus anéis aromáticos, que lhes confere maior solubilidade em água do que em solventes apolares, ou seja, essas moléculas são polares (XAVIER, 2004). Essas moléculas apresentam em sua estrutura central um cromóforo (denominado *flavilium*), exemplificado na Figura 1.

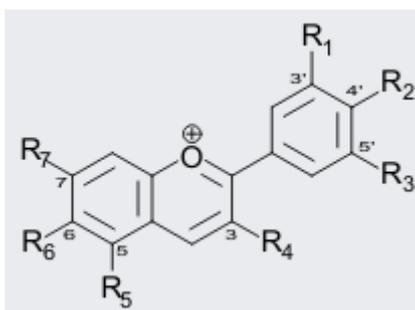


Figura 1. Estrutura básica das antocianinas.
Fonte: XAVIER (2004).

A cor das antocianinas se diferencia, prioritariamente pelo número de hidroxilas e metoxilas ligadas na sua molécula, especialmente ao anel onde estão os radicais R₁, R₂ e R₃. Quanto mais desses grupos estiverem ligados à molécula a sua cor muda do laranja para o violeta (Figura 2) (ANANGA *et al.*, 2013). Essa propriedade de exibirem cores diferentes, dependendo do pH do meio em que estão presentes, torna possível o seu emprego como indicadores naturais de pH em vários estudos (GUIMARÃES, ALVES, FILHO, 2012).

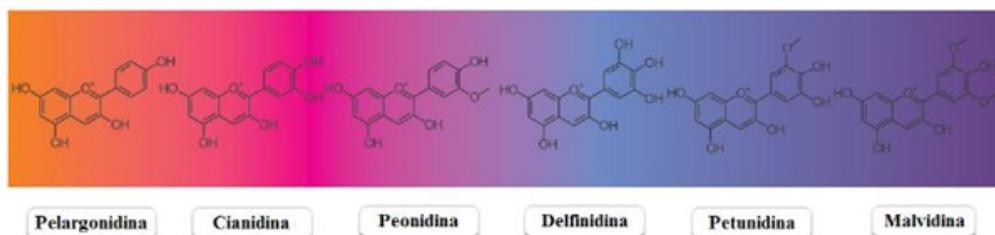


Figura 2. Cores características das antocianinas.
Fonte: ANANGA *et al.*(2013).

Podem ocorrer alterações na sua estrutura com a mudança de pH, alterando a sua cor. Em meio aquoso pode-se observar as estruturas resultantes dessas alterações em equilíbrio. As espécies químicas são denominadas cátion *flavilium* (vermelho), base anidra quinoidal (azul), pseudo-base carbitol (incolor), e chalcona (incolor ou levemente amarela). Com o meio ácido, as antocianinas apresentam-se basicamente na forma catiônica. Conforme o pH aumenta, ocorre uma rápida desprotonação para formar a base quinoidal. Em meio aquoso neutro, o cátion *flavilium* é hidratado, levando ao equilíbrio entre a forma carbitol e chalcona (LOPES *et al*, 2007). A Figura 3 demonstra como se dão essas estruturas em meio aquoso de acordo com o pH do meio:

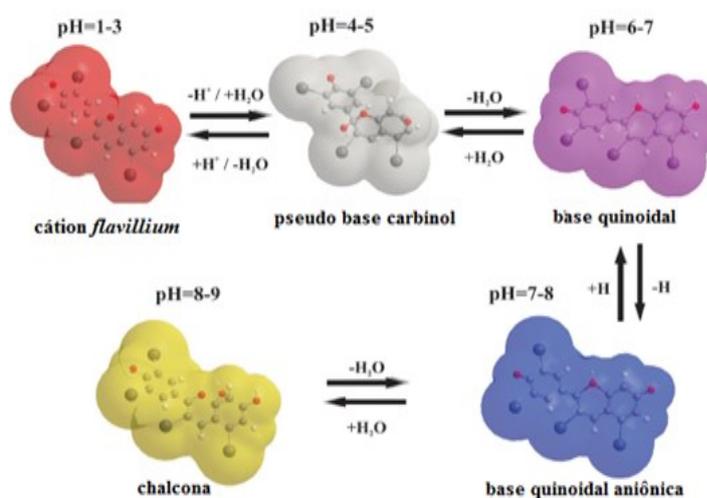


Figura 3. Mudança estrutural das antocianinas em meio aquoso com mudança de pH.
Fonte: LOPES *et al* (2007).

Uma característica peculiar das antocianinas é que, devido à sua estrutura ressonante, elas são capazes de absorver radiação desde o espectro ultravioleta (UV) até o espectro visível (vis), sendo este o motivo de se utilizar a espectroscopia de absorção molecular para se estudar estes compostos. Além disso, soluções contendo antocianinas têm a capacidade de apresentar diferentes tonalidades dependendo do pH do meio em que elas se encontram. (ABE *et al.*, 2007; MACHEIX; FLEURIET; BILLOT, 1990).

Assim, este estudo teve como objetivo extrair antocianinas do repolho roxo e uvas Isabel por diferentes métodos de extração e avaliar sua aplicação como indicadores de pH, bem como sua estabilidade ao longo do tempo.

MATERIAIS E MÉTODOS

MATERIAIS

Foram utilizados como matéria vegetal para obtenção dos extratos de antocianinas uvas do tipo Isabel e repolho roxo, ambos comprados em supermercados localizados em Recife, Pernambuco. Foi empregado álcool etílico PA (Química Moderna) como solvente na extração.

EXTRAÇÃO DAS ANTOCIANINAS

O repolho roxo foi desfolhado e cortado em pedaços com uma área média de 1 cm², desprezando-se a nervura central de acordo metodologia de Xavier (2004). A uva Isabel teve sua polpa retirada e as cascas submetidas a aquecimento em estufa de ar circulante, a fim de secar os resíduos de polpa e obter uma maior massa de casca, parte do fruto com maior concentração dos compostos de interesse. A temperatura de 60°C e o tempo de 3 horas, foram determinados por meio de testes como os suficientes para uma redução significativa da umidade.

Em seguida, convencionou-se as massas das amostras em 30 g para o repolho e 10 g para a uva. As matérias vegetais passaram por três processos extrativos: decocção, extração a frio e extração por *Soxhlet*, com o objetivo de comparar a estabilidade do indicador em meio aquoso e etanólico, visto que a antocianina é solúvel em ambos os meios.

Na decocção, inicialmente foi pesada cada matéria vegetal em seus respectivos béqueres de 250 mL e adicionou-se 150 mL de água destilada a ambos os sistemas. Cada béquer foi levado a uma chapa de aquecimento com temperatura ajustada a 100 °C. O tempo de extração foi de 15 minutos, cronometrados a partir da ebulição (MOTA, CARVALHO E WIEST, 2011). Em seguida, o conteúdo do béquer passou por uma filtração, onde o material sólido foi descartado. O extrato obtido foi rotaevaporado até que o volume atingisse 20 mL e em seguida foi armazenado a 10 °C.

Na extração a frio, pesou-se cada matéria vegetal em um béquer de 250 mL, adicionou-se 150 mL de álcool etílico P.A. e a abertura do béquer foi envolvida com filme de parafina plástica. Cronometrou-se 30 minutos e o material foi filtrado, rotaevaporado e armazenado a 10 °C.

Na extração por *Soxhlet*, a matéria vegetal foi transferida para um cartucho de papel filtro e inserida no aparelho de *Soxhlet*. Foi utilizado 150 mL de álcool etílico P.A. como solvente. Após um período de 2 horas, cronometradas a partir da primeira gota de vapor condensado sobre o cartucho, o sistema foi desligado, o líquido foi novamente, filtrado, rotaevaporado e armazenado nas mesmas condições já especificadas. Todas as extrações foram realizadas em triplicata.

AValiação DAS ANTocIANINAS COMO INDICADORES DE pH

Para avaliar a funcionalidade dos extratos como indicadores de pH, foram preparadas soluções tamponadas a partir de ácido acético e hidróxido de sódio com pH 1, 4, 7, 10 e 14, que foram ajustadas com adição de solução de ácido clorídrico (0,5 mol/L) e verificadas com auxílio de potenciômetro Gehaka PG 1800. Em seguida, transferiu-se 10 mL de cada solução para 30 tubos cônicos e adicionou-se 5 gotas de cada extrato. Por último, obteve-se espectros de varredura de absorção molecular na região de 400 a 700 nm em um espectrofotômetro digital Newoptics em cubetas de vidro. O procedimento foi repetido, espaçadamente, num intervalo total de 12 dias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliando o extrato de repolho roxo como indicador de pH, pode-se visualizar na Figura 4 as mudanças de coloração das soluções que variam do ácido para o básico, nos três diferentes métodos de extração. As colorações das soluções com o extrato de repolho obtido pelo método de decocção (A), são mais intensas em relação aos métodos de extração a frio (B) e *Soxhlet* (C), embora a mudança de coloração ocorra em todos os métodos.

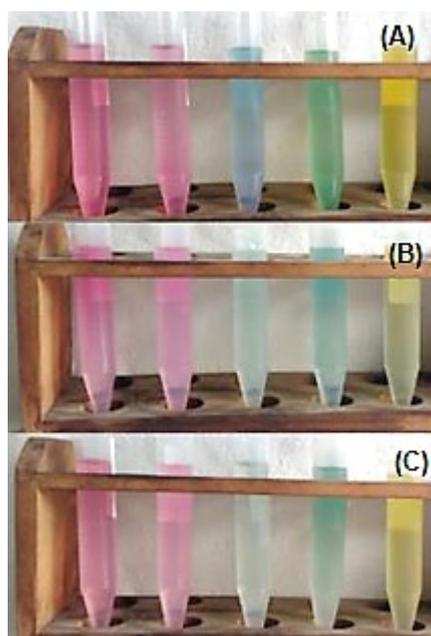


Figura 4. Coloração na sequência da esquerda para direita das soluções de pH 1, 4, 7, 10 e 14, adicionadas com extratos de repolho roxo obtidos por decocção (A), extração a frio (B) e *Soxhlet* (C).

Zahreddine *et al.* (2017) avaliaram o funcionamento de corantes naturais provenientes de antocianinas para uso em alimentos e verificou que o extrato obtido a partir do repolho roxo apresentou coloração rósea em meio ácido e verde em meio básico, resultados semelhantes aos de Guimarães, Alves e Filho (2012) que obtiveram através de um sistema de titulação ácido-base as mesmas cores, corroborando com as cores obtidas nesse trabalho (Figura 4). Como neste estudo a avaliação foi realizada para uma faixa de pH ampla, além das cores rósea e verde,

foi possível visualizar as colorações azul para pH 7 e amarela para o pH 14. LOPES *et al* (2007), atribui essa mudança de coloração de acordo com o pH devido a alteração na estrutura das antocianinas. Segundo o autor, algumas espécies químicas que podem estar presente são o cátion *flavilium* (vermelho), base anidra quinoidal (azul), pseudo-base carbitol (incolor), e chalcona (incolor ou levemente amarela).

Através da análise de espectroscopia na região do visível dos extratos obtidos nos três processos de extração foi possível obter gráficos que avaliam a estabilidade do extrato de repolho roxo em soluções de diferentes pH. Para cada varredura de absorbância de cada amostra, foram selecionados os comprimentos de onda de maior absorbância e este comprimento foi acompanhado ao longo dos dias para acompanhar o desempenho dos extratos ao longo do tempo. Analisando os extratos repolho roxo através de espectros de absorção molecular, verifica-se na Tabela 1 os valores de comprimento de onda que obtiveram maior absorbância para cada método de extração utilizado em soluções de diferentes pH's nos tempos inicial e final do período analisado.

Tabela 1. Comprimento de maior absorbância (nm) para o extrato de repolho nos tempos inicial e final.

	Extrato Repolho (Decocção)		Extrato Repolho (Extração a frio)		Extrato Repolho (<i>Soxhlet</i>)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
pH 1	523	521	528	530	524	541
pH 4	528	535	532	535	529	533
pH 7	605	606	608	608	604	607
pH 10	607	608	611	608	604	606
pH 14	400	400	400	400	400	400

Observa-se na Tabela 1 que não houve variação significativa dos comprimentos de onda entre as leituras realizadas no tempo inicial e final dos pH 1 e 4, assim como pH 7 e 10. Avaliando a mudança do pH ácido (pH 1,4) para o neutro (pH 7), percebe-se uma maior diferença entre os valores de comprimento de onda, que também pode ser confirmado na Figura 4 na mudança de coloração que altera de um tom róseo para azul. Não houve grandes variações do comprimento de onda entre o primeiro e último dia de análise para os três métodos estudados, indicando que o extrato de repolho roxo se manteve estável e que apresentou colorações constantes em meios de diferentes pH durante todos os dias de análise.

Na Figura 5 são apresentados os resultados de absorbâncias ao longo do tempo analisado, referentes aos extratos de repolho roxo obtidos por decocção, extração a frio e *Soxhlet*, respectivamente.

Observou-se que o extrato de repolho roxo obtido no processo de decocção manteve-se estável, tanto em meio ácido como básico. Já em meio neutro, observou-se uma considerável instabilidade ao longo do período analisado. Verificou-se também que em meio ácido o extrato apresentou baixos valores de absorbância, enquanto que em meio básico foram encontrados valores de absorbância próximos de 1. Essa mudança na absorção devido ao aumento do pH

é comumente encontrada nas antocianinas, e pode ser devido à atividade da água ou à reação de co-pigmentação (CHOI *et al.*, 2017; MA e WANG, 2016).

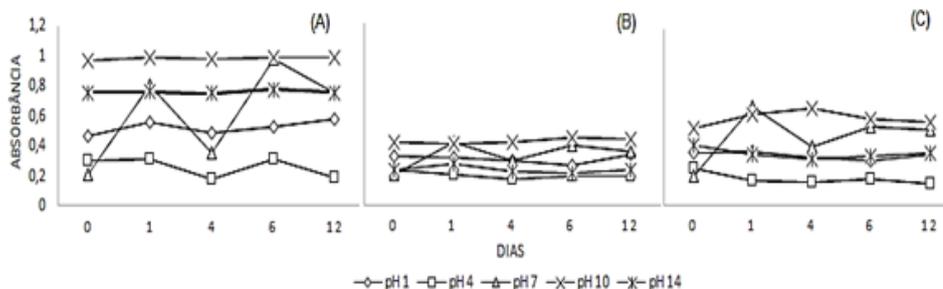


Figura 5. Estabilidade do extrato de repolho roxo obtidos por decocção (A), extração a frio (B) e Soxhlet (C) a partir do espectro de varredura na região de 400 a 700 nm.

Semelhantemente à Figura 5 (A), observou-se através da Figura 5 (B) que o extrato obtido por extração a frio manteve uma ótima estabilidade, com leves variações de absorbância para o pH 7. Porém, em toda a faixa de pH analisada, a absorbância apresentou valores menores que 0,5, indicando que as soluções extraídas a frio absorveram menor quantidade de radiação (nos comprimentos de onda analisados) que as soluções obtidas por decocção. Através da Figura 5 (C), verificou-se que o extrato obtido por Soxhlet manteve um comportamento estável, com exceção do pH 7 que manteve os valores de absorbância variando consideravelmente no presente estudo. A absorbância, nesse caso, apresentou valores medianos entre os valores de absorbância para o extrato por decocção e por extração a frio.

Dessa forma, pode-se perceber que a estabilidade do extrato de repolho roxo por decocção foi o que apresentou uma distribuição mais próxima do desejado, ou seja, os pontos se distribuíram uniformemente ao longo dos dias de análise, chegando em alguns casos a se aproximar da linearidade com valores de absorbância mais elevados. Além disso, a extração por decocção foi o único método que demonstrou uma boa concordância entre pH e absorbância, visto que o meio ácido apresentou baixa absorbância e o meio básico apresentou alta absorbância, o que fica caracterizado na diferenciação da intensidade de cor em cada pH.

Segundo Oliveira *et al.* (2016), as técnicas de extração e a natureza do solvente extrator afetam diretamente nos rendimentos extrativos e no teor de metabólitos presentes, podendo interferir em suas atividades biológicas, sendo necessário conhecer também a natureza do material a ser estudado. Por isso, obteve-se neste estudo diferentes resultados para as três extrações realizadas.

Avaliando os extratos de uva Isabel como indicador de pH, pode-se verificar as alterações de cores nas soluções de diferentes pH's (Figura 6).

De modo semelhante ao que acontece com o repolho roxo, os extratos obtidos por decocção apresentaram distinção de cores mais intensas em relação aos outros métodos de extração. A faixa de cores obtidas com os extratos de uva Isabel foram semelhantes aos obtidos por Terzi e Rossi (2001) que obtiveram as cores rosa em pH ácido, entre cinza e verde em pH básico e amarelo em pH 14.

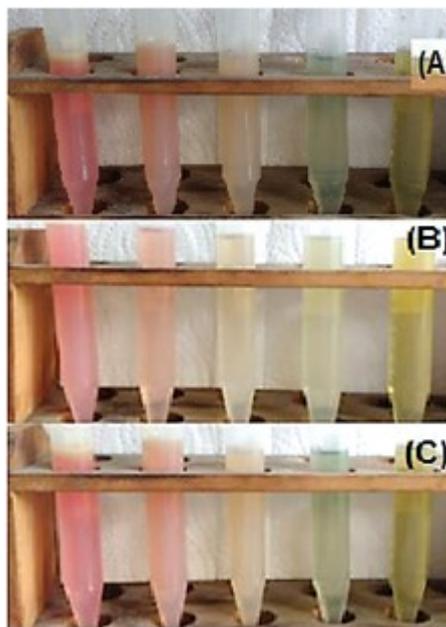


Figura 6. Coloração na sequência da esquerda para direita das soluções de pH 1, 4, 7, 10 e 14, adicionadas com extratos de uva Isabel obtidos por decocção (A), extração a frio (B) e *Soxhlet* (C).

Na Tabela 2 estão dispostos os valores de comprimento de onda que obtiveram maior absorvância para cada método de extração utilizado em soluções de diferentes pH's nos tempos inicial e final do período para o extrato de uva Isabel.

Tabela 2. Comprimento de onda de maior absorvância (nm) para o extrato de uva Isabel nos tempos inicial e final.

	Extrato Uva (Decocção)		Extrato Uva (Extração a frio)		Extrato Uva (<i>Soxhlet</i>)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
pH 1	519	518	518	518	517	520
pH 4	519	519	514	518	515	520
pH 7	533	559	593	592	594	588
pH 10	580	581	587	577	595	576
pH 14	400	400	400	400	400	400

Através da Tabela 2, verifica-se que a decocção apresentou pequenas variações entre os comprimentos de onda dos pH's 7 e 10, como podem ser visualizadas através das cores na Figura 6 (A), diferente do que acontece nas extrações a frio, Figura 6 (B) e *Soxhlet*, Figura 6 (C), onde esta distinção não ocorre.

Comparando com os extratos de repolho para o pH básico, pode-se dizer que os extratos de uva Isabel foram mais eficientes pois a distinção de cores entre os pH's 7 e 10, ocorreram mais acentuadamente.

Foi possível verificar que as semelhanças de comprimento de onda entre pH 1 e 4 persistiram. Mas as diferenças entre os comprimentos dos demais meios, indicaram mudança de cor do meio ácido para o neutro e para o básico.

Constatou-se ao comparar os valores das Tabelas 1 e 2, que as variações de comprimento de onda, para os mesmos pH's, entre o início e o último dia de análises foram maiores nos extratos de uva Isabel, indicando que estes extratos foram menos estáveis comparados aos extratos de repolho roxo.

A Figura 7 mostra a estabilidade do extrato de uva Isabel por decocção, extração a frio e *Soxhlet*, respectivamente, adicionado a soluções de pH diferente.

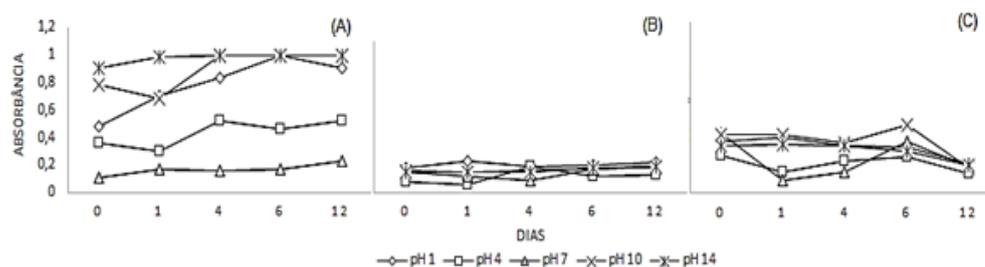


Figura 7. Estabilidade do extrato de uva Isabel obtidos por decocção (A), extração a frio (B) e *Soxhlet* (C) a partir do espectro de varredura na região de 400 a 700 nm.

A partir da Figura 7 (A), verifica-se que o extrato obtido na decocção da uva Isabel manteve-se relativamente estável nas soluções pH, com exceção do pH 1. Apenas as soluções de pH 1, 10 e 14, apresentaram valores de absorbância que se aproximaram de 1. Já para a Figura 7 (B), observa-se uma melhor estabilidade na extração a frio, ao longo dos dias de análise, para toda faixa de pH. Porém, os valores de absorbância em todo o gráfico, não ultrapassam o valor 0,3, sendo, portanto, muito baixos em comparação com a decocção. Por fim, analisando a Figura 7 (C), verifica-se uma boa estabilidade para a extração da uva Isabel por *Soxhlet* que variou pouco ao longo dos dias, porém os valores de absorbância apresentam-se menores que 0,5 em toda a região do gráfico, diferenciando-se pouco do caso da extração a frio. Desta maneira, o extrato de uva Isabel por *Soxhlet* e extração a frio não são bons indicadores de cor quando comparados ao extrato por decocção, sendo este o que melhor se comportou, principalmente por conseguir permanecer estável e apresentar diferentes valores de absorbância, entre o pH ácido (pH de 4), neutro e pH alcalino (pH de 14).

Com base no exposto, verifica-se um bom desempenho de extratos de repolho roxo como indicador de pH, pois foram observadas variações perceptíveis de coloração entre os pH's analisados. Marques *et al.* (2011) também concluiu que extratos de repolho roxo são bons indicadores de pH comparado com outras fontes vegetais, apresentando os melhores resultados entre os extratos analisados em seu estudo.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, o método de extração que forneceu extratos mais estáveis durante 12 dias de análise foi a decocção, a combinação do solvente água com a temperatura de extração do método foi o que proporcionou

melhor desempenho dos extratos tanto para uva Isabel como para o repolho roxo. Verificou-se também que os extratos de repolho roxo além de apresentarem variabilidade e intensidade de coloração nos diferentes pH's também foram mais estáveis em relação aos extratos de uva Isabel.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica Ações Afirmativas (Pibic-AF/UFPE/CNPq), Brasil e projeto n °170311272.

Evaluation of anthocyanins extracts as pH indicators obtained by different methods

ABSTRACT

Anthocyanins are t molecules, responsible for a variety of characteristic colors of flowers, fruits, some leaves, stems and roots of plants. These molecules, belonging to the class of flavonoids, can be found in colors such as red, purple or blue. Anthocyanins have the property of displaying different colorations depending on the pH of the medium in which they are present, owing to groups such as hydroxyls and carboxyls attached to their structure. Therefore, these pigments can be used as pH indicators. Although many studies have presented quantitative results for different methods of extracting natural pH indicators, there are no comparative studies on the behavior of these indicators over time. Aiming to contribute with results on the stability of natural indicators, in this study anthocyanins were obtained from red cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata) and Isabel grape (*Vitis labrusca*) using Soxhlet, decoction and cold extraction methods. The application of each extract as an acid-base indicator was evaluated in buffered solutions from pH 1 to 14. Through molecular absorption spectra in the visible region, the stability of these extracts was also observed over time, during 12 days of analysis. The decoction extraction method, for both Isabel grape and red cabbage, was the one that provided the most stability to the extracts, being the cabbage extract more stable in relation to the grape. In buffer solutions, five drops of each extract were added and it was found that the cabbage extracts showed greater variability and intensity in the colors, varying since pink at acid pH to yellow at basic pH. Therefore, through this study it was found that it is possible to extract anthocyanins from red cabbage and Isabel grapes, however the extracts obtained from the cabbage performed the function of pH indicators more efficiently.

KEYWORDS: extraction; molecular absorption spectroscopy; acid-base indicators.

REFERÊNCIAS

- ABE, L. T.; MOTA, R. V. da; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I. **Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinifera* L.** Ciênc. Tecnol. Aliment., v. 27, n. 2, p. 394-400, 2007. DOI: 10.1590/S0101-20612007000200032
- ALVES, A. F.; **Reatividade química e fotoquímica de antocianinas em sistemas organizados.** 2005. 208 p. Dissertação (Doutorado em Química) – Instituto de Química da Universidade de São Paulo, Departamento de Química Fundamental, São Paulo.
- ANANGA, A.; GEORGIEV, V.; OCHIENG, J.; PHILLS, B.; TSOLOVA, V. Production of Anthocyanins in Grape Cell Cultures: A Potencial Source of Raw Material for Pharmaceutical, Food, and Cosmetical Industries. In: POLJUHA, D.; SLADONJA, B. **The Mediterranean Genetic Code – Grapevine and olive.** Tallahassee, FL: InTech, 2013. cap. 11. Disponível em: <<http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/44143.pdf>>. DOI: 10.5772/54592
- CARVALHO, V. V. L.; GONÇALVES, J. O.; SILVA, A.; CADAVAL JR, T. R.; PINTO, L. A. A.; LOPES, T. J. Separation of anthocyanins extracted from red cabbage by adsorption onto chitosan films. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 131, p. 905-911, 2019.
- CHOI, I.; LEE, J. Y.; LACROIX, M.; HAN, J. Intelligent pH indicator film composed of agar/potato starch and anthocyanin extracts from purple sweet potato. **Food Chemistry**, v.218, pp. 122-128, 2017.
- GUIMARÃES, W.; ALVES, M. I. R.; FILHO, N. R. A. Antocianinas em extratos vegetais: aplicação em titulação ácido-base e identificação via cromatografia líquida/espectrometria de massas. **Química Nova**. 2012, vol.35, n.8, pp.1673-1679. DOI: 10.1590/S0100-40422012000800030.
- LIAZID, A.; GUERRERO, R. F; CANTOS, E.; PALMA, M.; BARROSO, C. G. Microwave assisted extraction of anthocyanins from grape skins. **Food Chemistry**. 2011,vol. 124,n. 3, pp. 1238-1243.
- LOPES, T. J.; XAVIER M. F.; QUADRI, M. G. N.; QUADRI, M. B.; **Antocianinas: Uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade**, R. Bras. Agrocência, Pelotas, v.13, n.3, p. 291-297, jul-set, 2007.
- LIMA, A. S.; SOARES, C. M. F; PALTRAM, R.; RALBWIRTH, H.; BICA, K. Extraction and consecutive purification of anthocyanins from grape pomace

using ionic liquid solutions. **Food Research International**, v. 77, n. 3, pp. 584-590, 2015.

MA, Q.; WANG, L. Preparation of a visual pH-sensing film based on tara gum incorporating cellulose and extracts from grape skins. **Sensors and Actuators B: Chemical**.v.1, pp. 401-407, 2016.

MACHEIX, J. J.; FLEURIET, A.; BILLOT, J. **The main phenolics of fruits**. In: Fruit Phenolics. Boca Raton, FL: CRC Press Inc., 1990. p. 1-98.

MARQUES, J. A.; BIAZOTO, K.; BIASI, L. H.; DOMINGUINI, L. Estudo do comportamento de antocianinas como indicadores naturais. Em: Seminário de Pesquisa, Extensão e Inovação do IF-SC, 2011, Campus Criciúma. **Anais...Criciúma: IFSC, 2011**. Disponível em: <<http://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/rtc/article/view/294/208>>. Acesso em Dez. 2019.

MOTA, F.M.; CARVALHO, H.H.C.; WIEST, J.M. Atividade natibacteriana in vitro de influorencências de Achyrocline astureioides (Lam.) DC.- Asteraceae ("macela", "marcela") sobre agentes bacterianos de interesse em alimentos. **Rev. Bras. Pl. Med.**, v.13, n.3, p.298-304, 2011.

OLIVEIRA, V. B.; ZUCHETTO, M.; OLIVEIRA, C. F.; PAULA, C. S.; DUARTE, A. F. S.; MIGUEL, M. D.; MIGUEL, O. G. Efeito de diferentes técnicas extrativas no rendimento, atividade antioxidante, doseamentos totais e no perfil por claud de dicksonia sellowiana (presl.). Hook, dicksoniaceae. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas, v.18, n.1, supl. I, p.230-239, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbpm/v18n1s1/1516-0572-rbpm-18-1-s1-0230.pdf>>. Acesso em Dez. 2018.

TERCI, D. B. L.; ROSSI, A. V. Indicadores naturais de ph: usar papel ou solução?. **Quím. Nova**. 2002, vol.25, n.4, pp.684-688. DOI: 10.1590/S0100-40422002000400026.

URANGA, J.; ETXABIDE, A.; GUERRERO, P.; CABA, K. Development of active fish gelatin films with anthocyanins by compression molding. **Food Hydrocolloids**, v. 84, p. 313-320, 2018.

XAVIER, M. F. **Estudo da extração de antocianinas em colunas recheadas**. 2004. 120 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina Florianópolis, Santa Catarina.

ZAHREDDINE, S. F.; PAIXÃO, M. F. M.; VASCONCELOS, E. A. L. Obtenção de corantes naturais a partir de antocianinas extraídas de frutas e legumes. Em: Seminário de Iniciação Científica, Feira de Santana. **Anais Eletrônicos...** Feira de Santana: UEFS, 2017. Disponível em: <<http://periodicos.uefs.br/index.php/semic/article/view/2483/1786>>. Acesso em Dez. 2018.

Recebido: 08 out. 2019.

Aprovado: 28 jun. 2020.

DOI: 10.3895/rebrapa.v10n3.10942

Como citar:

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. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa>

Correspondência:

Carla Fabiana da Silva

Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Pernambuco, Avenida dos Economistas, s/n, CEP 50740-590, Cidade Universitária, Recife, Pernambuco, Brasil.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

