

Avaliação do uso de extratos de antocianinas obtidos a partir de uvas Isabel como indicadores de pH

RESUMO

Algumas substâncias provenientes de fontes naturais, encontradas em flores, frutos e legumes, podem atuar como indicadores de pH, tal como a fenolftaleína e o azul de bromotimol. Entre estas substâncias, estão as antocianinas. São compostos fenólicos com a peculiaridade de apresentar diferentes cores de acordo com o pH. As uvas, em particular a espécie *Vitis labrusca* (uva Isabel) possuem altos teores de antocianinas. Neste estudo foram extraídas antocianinas de uva Isabel, por três métodos (decoção, Soxhlet e ultrassom). Foram determinados o rendimento médio e a cinética de degradação de cada extrato a partir das leituras de suas absorvâncias em espectrofotômetro de absorção UV-vis. Avaliou-se também o uso destes extratos como indicadores ácido-base em soluções de pH 1, 4, 5, 7, 10, 11 e 14. A extração por Soxhlet foi a que apresentou o maior rendimento médio. Pela cinética foram obtidos coeficientes de degradação de 0,033, 0,044 e 0,048 dia⁻¹ para os extratos por decoção, Soxhlet e ultrassom, respectivamente, e o tempo de meia-vida foi de aproximadamente 14 dias. Nas soluções tampão foram adicionadas duas gotas de cada extrato e observou-se colorações que variaram da rosa, em pH ácido, até o amarelo, em pH básico. Através deste estudo verificou-se que é possível extrair antocianinas de uvas Isabel e que seus extratos desempenharam de maneira eficiente a função de indicadores de pH.

PALAVRAS-CHAVE: Cinética. Métodos de extração. Espectroscopia UV-vis.

Carla Fabiana da Silva

carlinha.flordelis@gmail.com
<http://orcid.org/0000-0002-9921-5508>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil.

Vantuir Wellington Cupertino Freitas

vantuir.cfreitas@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-5755-558X>
Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, Brasil.

Natanna Chris Gomes de Arruda

nalanna.chris@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-4846-9011>
Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, Brasil.

Elaiane Karine da Silva Barbosa

elaianebarbosaa@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-1738-906X>
Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, Brasil.

Mirela Ribeiro Embirassú de Arruda

mirelaribeiro1812@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-3438-7608>
Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, Brasil.

Glória Maria Vinhas

gmvinhas@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-5073-609X>
Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, Brasil.

INTRODUÇÃO

Um indicador de pH é uma substância capaz de mudar de cor dependendo da acidez ou basicidade de uma solução, pois seu equilíbrio químico é facilmente deslocável. Os indicadores mais conhecidos e habitualmente utilizados em laboratórios são artificiais, porém existem compostos encontrados na natureza que também podem atuar como indicadores de pH.

Essas substâncias, presentes em folhas, flores, frutos e legumes, são conhecidas como antocianinas. São compostos heterocíclicos que contêm um oxigênio no meio da estrutura e são responsáveis pela maioria das colorações azul, violeta, vermelha e alaranjada que eles apresentam (BOBBIO e BOBBIO, 2003; MALACRIDA e MOTTA 2006).

As antocianinas são substâncias atóxicas que apresentam alta solubilidade em meio aquoso, o que facilita o seu emprego como corantes nesse tipo de meio. 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 em UV-vis 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 et al., 1990; ANANGA et al. 2013; GIUSTI e WROLSTAD, 2003).

As uvas Isabel são originárias dos Estados Unidos e foram introduzidas no Brasil em meados do século XIX no sul do Rio Grande do Sul devido à sua fertilidade e sua adaptabilidade ao clima brasileiro. Quanto à composição, Goldy et al. (1986) afirmam que as uvas *Vitis labrusca* costumam conter uma mistura de antocianinas comuns, mono e diglicosiladas, aciladas e não aciladas. Os autores constataram a presença de 31 antocianinas diferentes nesta espécie de uva.

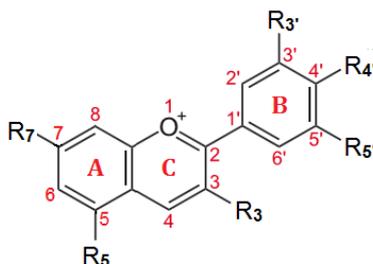
A uva é uma fonte de compostos fenólicos, no entanto, os conteúdos fenólicos totais e de antocianinas nela encontrados, variam de acordo com a

espécie, variedade, maturidade, condições climáticas e cultivar (KATO et al., 2012).

Assim, este estudo se propôs a extrair antocianinas de cascas de uvas Isabel por três métodos diferentes, decocção, Soxhlet e ultrassom, e a avaliar o uso destes extratos como indicadores ácido-base. Buscou-se também determinar o melhor método de extração das antocianinas e verificar como se dá sua cinética de degradação a partir dos espectros dos extratos obtidos por espectroscopia de absorção molecular em UV-vis.

O termo antocianina é derivado do grego, que significa literalmente "flor azul". São compostos fenólicos pertencentes ao grupo dos flavonoides. São solúveis em água e muito instáveis a altas temperaturas (MARKAKIS, 1982; WROLSTAD, 2000). A estrutura básica das antocianinas está mostrada na Figura 1.

Figura 1 – Estrutura básica das antocianinas.



Fonte: Adaptado de HAN e XU (2015).

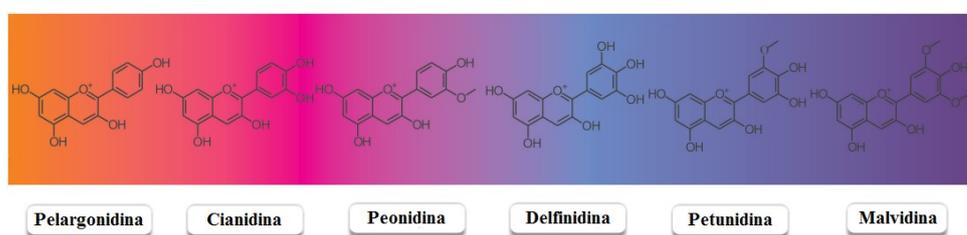
Uma característica peculiar das antocianinas é que, devido à sua estrutura ressonante, elas são capazes de absorver radiação desde o espectro ultravioleta (UV) até o espectro visível (vis), sendo este o motivo de se utilizar a espectroscopia de absorção molecular em UV-vis para se estudar estes compostos. 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 et al., 1990).

As antocianinas apresentam pelo menos um açúcar, acilado ou não, ligado à posição 3 (R_3), sendo glicose, ramnose, xilose, galactose, arabinose e frutose os mais comuns. Quando o açúcar é hidrolisado, a estrutura que resta (ou seja, sem a molécula de açúcar) é chamada de aglicona. Esta estrutura é conhecida como antocianidina (ALONSO, 2013; MALACRIDA e MOTTA, 2006). Os vários tipos de

antocianidinas diferem em número e posição dos grupos hidroxilo e éter-metilico ligados às posições 3, 5, 6, 7, 3', 4' e 5' (ANANGA et al., 2013).

A cor das antocianidinas é influenciada pelo número de hidroxilas ligadas à molécula. Quanto maior o número de hidroxilas, principalmente nos radicais do anel B (R₃, R₄' e R₅'), e/ou quando sofrem glicosilação, há uma predominância da cor violeta (DELGADO- VARGAS et al., 2000; DELGADO-VARGAS e PAREDES-LÓPEZ, 2002; TANAKA et al., 2008). A variação da coloração de acordo com o tipo de antocianidina está representada na Figura 2.

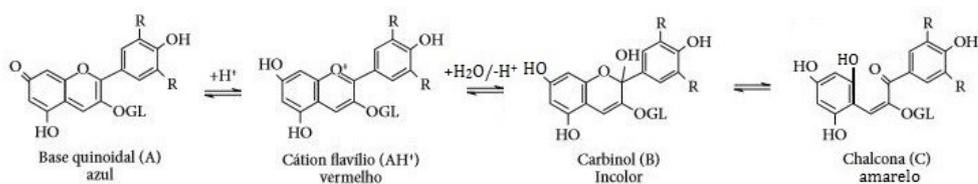
Figura 2 – Cores características das antocianidinas comuns



Fonte: Adaptado de ANANGA et al. (2013).

As antocianinas em solução aquosa, apresentam quatro estruturas principais que se encontram em equilíbrio químico: o cátion flavílio, a base anidra quinoidal, o carbinol pseudobase e a chalcona (MAZZA e BROUILLARD, 1987; LEVI et al., 2004; LOPES et al., 2007). As reações de equilíbrio das antocianinas são mostradas na Figura 3.

Figura 3 – Reações de equilíbrio das antocianinas em solução aquosa.



Fonte: Adaptado de LEVI et al. (2004).

Por volta do pH 2 as antocianinas ocorrem basicamente sob a forma do cátion flavílio. Um leve aumento no pH do meio faz com que este cátion seja desprotonado, formando a base quinoidal. Ao se aproximar do pH neutro observa-se a hidratação do cátion flavílio. Nessa configuração, as posições 2 e 4 da estrutura formada, o carbinol pseudobase, possuem uma densidade de carga positiva maior do que no restante da molécula, ficando mais suscetíveis a um ataque nucleofílico pela molécula de água. Com a abertura do anel pirílio (anéis A

e C), que pode ser favorecida pelo aumento de temperatura, forma-se a chalcone (AMIC et al., 1990; HEREDIA et al., 1998; LOPES et al., 2007).

Além do pH, outros fatores podem interferir na estabilidade das antocianinas: temperatura, luz, presença de metais e oxigênio (BOBBIO e BOBBIO, 2001; CAVALCANTI et al., 2011).

As antocianinas apresentam intensa absorção na região do espectro visível de 520 a 560 nm, porém, variações no pH do meio modificam a intensidade dessa absorção. O aumento do pH leva à diminuição do número de ligações duplas, com isso, os máximos de absorção tendem a se deslocar para menores comprimentos de onda, caracterizando a perda de coloração da solução (BORDIGNON JR. et al., 2009; MARÇO et al., 2008; VILLIERS et al., 2009).

Assim como as uvas são perecíveis, as antocianinas também são passíveis de decomposição, Bernardino et al. (2006) citam que os açúcares nos extratos alcoólicos das antocianinas de repolho roxo sofrem rápida decomposição por parte de micro-organismos.

A degradação e consequente diminuição da concentração das antocianinas segue uma curva exponencial, mostrada tanto por Hou et al. (2010). A cinética de degradação das antocianinas é função da concentração. Como, pela Lei de Beer, a concentração é diretamente proporcional à absorbância da amostra, tem-se a Equação 1:

$$A_t = A_0 e^{-kt} \quad (1)$$

em que A_t é a absorbância da amostra no tempo t , A_0 é a sua absorbância inicial, k é a constante da cinética de degradação, em dia⁻¹, e t é o tempo, em dias.

A partir desta equação pode-se encontrar o tempo de meia-vida das antocianinas, que é o tempo necessário para que a sua concentração atinja a metade da concentração inicial, neste caso, o tempo necessário para que o valor da absorbância seja a metade do inicial. Então, fazendo as substituições necessárias, chega-se à Equação 2:

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{0,693}{k} \quad (2)$$

MATERIAL E MÉTODOS

MATÉRIA-PRIMA

As uvas Isabel foram adquiridas em um supermercado da Região Metropolitana do Recife. As cascas das uvas foram separadas de suas polpas, que foram descartadas. As cascas, por sua vez, foram colocadas para secar em estufa com circulação de ar a 70 °C durante 3 horas.

MÉTODOS DE EXTRAÇÃO

Extração por decocção

Pesou-se aproximadamente 20 g de cascas de uva Isabel, que foram colocados num béquer previamente pesado juntamente com 100 mL de água destilada, levando-o em seguida para uma chapa aquecedora à temperatura de 100 °C. Depois de entrar em ebulição, deixou-se a solução ferver por 15 minutos. Retirou-se o béquer da chapa aquecedora, coou-se o líquido e o deixou esfriar por mais 10 minutos.

Extração por Soxhlet

Utilizou-se 150 mL de etanol, que foram colocados num balão de fundo redondo de 250 mL previamente pesado juntamente com pequenos pedaços de cerâmica, para melhor distribuir o calor. Pesou-se 10 g de cascas de uva Isabel, que foram colocados dentro do cartucho feito com papel de filtro. Inseriu-se, então, o cartucho recheado com as cascas de uva na câmara de extração e, em seguida, montou-se o sistema de Soxhlet. A extração se deu por 2 horas. Ao final, levou-se a solução do balão para um rotaevaporador, a 60 °C e 550-600 mmHg de pressão.

Extração por ultrassom

Primeiramente, pesou-se 10 g de cascas de uvas Isabel, que foram colocados num béquer e adicionou-se 100 mL de etanol, cobrindo-o em seguida com papel filme. O aparelho UltraSonic Cleaner, modelo da marca Thornton, foi preenchido

com água destilada, inserindo em seguida o béquer com as cascas de uva e o etanol. A frequência do equipamento utilizado era de 40 kHz. O sistema foi acionado e deixou-se operando por 1 hora.

Todos os extratos foram armazenados em frascos de vidro âmbar e mantidos sob refrigeração a 10 °C.

Rendimento dos métodos de extração

Para comparar as eficiências de extração dos métodos adotados, utilizou-se a Equação 3 para calcular seus rendimentos:

$$\eta = \frac{m_{\text{extrato seco}}}{m_{\text{cascas}}} \cdot 100 \quad (3)$$

em que $m_{\text{extrato seco}}$ é a massa do extrato seco na vidraria retirada do dessecador, em gramas, e m_{cascas} é a massa das cascas de uva utilizadas no processo em questão, também em gramas.

AVALIAÇÃO DOS EXTRATOS DE ANTOCIANINAS COMO INDICADORES DE pH

Para verificar o uso das antocianinas como indicadores de pH, foram colocadas em tubos de ensaio alíquotas de 10 mL de soluções tampão de pH 1, 4, 5, 7, 10, 11 e 14 e adicionadas duas gotas de extrato em cada um deles e, após agitação, as soluções foram transferidas para uma cubeta de quartzo. Em seguida, inseriu-se a cubeta no espectrofotômetro de absorção UV-vis (modelo Cary 50 Bio da marca Varian), a fim de se obter seus espectros de absorção de radiação UV-visível.

ESTUDO CINÉTICO DE DEGRADAÇÃO DAS ANTOCIANINAS

Uma vez que a absorbância de uma solução é diretamente proporcional à sua concentração, utilizou-se da técnica de espectrofotometria de absorção UV-vis para monitorar as absorbâncias dos extratos das uvas Isabel. Os extratos foram lidos no espectrofotômetro durante cerca de 20 dias e os espectros obtidos foram utilizados para verificar a sua cinética de degradação.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

RENDIMENTO DOS MÉTODOS DE EXTRAÇÃO

A partir dos dados obtidos dos extratos foram calculados os rendimentos das extrações realizadas. Os valores foram dispostos na Tabela 1.

Tabela 1 – Rendimentos dos métodos de extração

Método	$\eta_{\text{médio}}^*$ (%)
Decocção	13,693 ^a ± 1,328
Soxhlet	27,092 ^b ± 4,480
Ultrassom	12,030 ^a ± 0,622

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Os dados da Tabela 1 indicam que as eficiências da extração de antocianinas das uvas Isabel pelos métodos de decocção e ultrassom são aproximadamente iguais, de acordo com a metodologia utilizada. A extração por Soxhlet, por sua vez, mostrou-se mais eficiente em comparação aos outros dois métodos. Os refluxos do solvente e a temperatura (menor que a trabalhada na extração por decocção) são provavelmente os fatores que mais contribuem para a maior eficiência deste método.

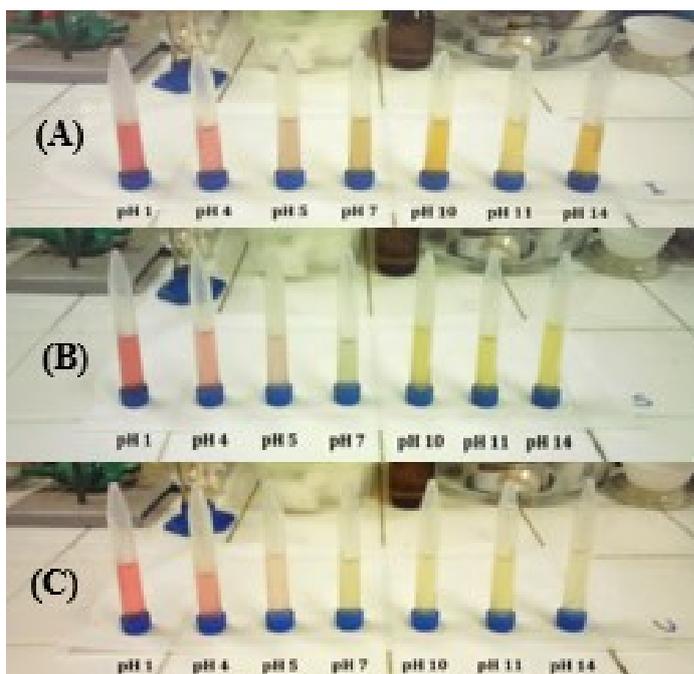
AVALIAÇÃO DOS EXTRATOS DE ANTOCIANINAS COMO INDICADORES DE PH

Duas gotas do extrato foram adicionadas em cada tubo de ensaio contendo soluções tampão. Após agitação observou-se, para o extrato por decocção, Soxhlet e ultrassom, o comportamento pode ser visualizado na Figura 4.

As soluções de pH ácido (1, 4 e 5) apresentaram coloração rósea, tendendo à vermelha quanto mais ácida fosse a solução. Como foi visto na fundamentação, em pH ácido a estrutura antociânica em equilíbrio é predominantemente o cátion flavílio, que promove uma tonalidade vermelha à solução. Analisando os espectros para pH 1, pH 4 e para pH 5, observam-se picos de absorção por volta de 510-520 nm, característico do cátion flavílio.

Os espectros das soluções de pH 10 e 11 apresentam uma banda de absorção bem definida por volta de 590-600 nm. Em pH 7 foram obtidos espectros um pouco semelhantes aos de pH 10 e 11, em que houve uma banda de absorção próxima a 600 nm.

Figura 4 – Soluções tampão com o extrato por decocção (A), Soxhlet (B) e ultrassom (C).



Fonte: Elaborado pelo Autor (2018).

Os espectros em pH 14 não apresentaram nenhum pico de absorção no espectro visível. Bernardino et al. (2006) citam que as antocianinas possuem certa estabilidade até pH 12.

ESTUDO CINÉTICO DE DEGRADAÇÃO DAS ANTOCIANINAS

Os extratos obtidos das uvas Isabel têm coloração de violeta a roxo. Na Figura 5 estão representadas as cores do espectro visível e seus respectivos comprimentos de onda.

Figura 5 – Radiação do espectro visível.

λ / nm	absorvida	transmitida
	cor	cor complementar
380-420	violeta	verde-amarelo
420-440	violeta-azul	amarelo
440-470	azul	laranja
470-500	azul-verde	vermelho
500-520	verde	púrpura
520-550	verde-amarelo	violeta
550-580	amarelo	violeta-azul
580-620	laranja	azul
620-680	vermelho	azul-verde
680-780	púrpura	verde

Fonte: Souza (2008).

Baseado na Figura 5, espera-se que o pico de máxima absorvência dos extratos se encontre pelo menos entre 500 e 580 nm. Esta faixa de comprimentos de onda não representa a cor transmitida (a que se enxerga), mas sim a radiação absorvida pela amostra, que é a cor complementar à enxergada.

De fato, os espectros dos extratos apresentam um pico de absorção máxima na região do espectro visível. Para o extrato por decocção este pico é referente ao comprimento de onda de 524,97 nm; já para os extratos por Soxhlet e ultrassom, a absorção é máxima no comprimento de onda de 535,07 nm. O espectro de absorção por ultrassom apresenta ainda um pequeno pico de absorção em 664,93 nm. As extrações por decocção e Soxhlet são feitas a temperaturas próximas à de ebulição, enquanto que a extração por ultrassom é feita "a frio", então, é provável que nas primeiras extrações a espécie que absorve neste comprimento de onda seja degradada devido à alta temperatura, uma vez que seus espectros não apresentam tal pico.

A partir de curvas traçadas de absorção no tempo, foi possível determinar as equações de ajuste das regressões exponenciais e calcular o tempo de meia-vida dos extratos. Na Tabela 2 é possível verificar os valores dos parâmetros da cinética de degradação das antocianinas.

Tabela 2 – Parâmetros da cinética de degradação das antocianinas.

Método	Equação da regressão	R ²	k (dia ⁻¹)	t _{1/2} (dias)
Decocção	$A = 0,7386 e^{-0,033t}$ (4)	0,685	0,033	21,00
Soxhlet	$A = 0,2774 e^{-0,044t}$ (5)	0,741	0,044	15,75
Ultrassom	$A = 0,2754 e^{-0,0486t}$ (6)	0,850	0,0486	14,44

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Da Tabela 2 observa-se que o coeficiente de determinação R² é maior para o extrato por ultrassom, sendo a equação deste método a que melhor se ajusta aos pontos da curva. Ao passo que, o tempo de meia-vida deste extrato é o menor dentre todos, então, será adotado o tempo aproximado de 14 dias como sendo o tempo de meia-vida para todos os extratos. Acima deste tempo os produtos formados com a degradação das antocianinas podem interferir nas medidas de absorvência, informando um valor que talvez não seja correspondente à concentração das antocianinas remanescentes no extrato.

CONCLUSÕES

Conseguiu-se extrair antocianinas das uvas Isabel pelos três métodos utilizados e foi possível utilizá-las como indicador de pH, pois todas as soluções tampão tornaram-se coloridas após a adição do extrato.

A extração por Soxhlet foi o método em que se obteve o melhor rendimento. É provável que a temperatura (menor que a da extração por decocção) e os refluxos do solvente sejam os fatores que contribuam para a melhor eficiência deste processo.

As antocianinas são passíveis de decomposição e sua cinética segue uma curva exponencial. A partir dos dados experimentais verificou-se que o tempo de meia-vida desta substância, nas condições trabalhadas, foi de aproximadamente 14 dias.

Evaluation of the use of anthocyanin extracts obtained from Isabel grapes as pH indicators

ABSTRACT

Some substances from natural sources, found in flowers, fruits and vegetables, can act as pH indicators, such as phenolphthalein and bromothymol blue. Among these substances are anthocyanins. They are phenolic compounds with the peculiarity of presenting different colors according to the pH. The grapes, in particular the species *Vitis labrusca* (Isabel grape) have high levels of anthocyanins. In this study anthocyanins of Isabel grape were extracted by three methods (decoction, Soxhlet and ultrasound). The mean yield and degradation kinetics of each extract were determined from the absorbance readings in a UV-vis absorption spectrophotometer. The use of these extracts as acid-base indicators in pH solutions 1, 4, 5, 7, 10, 11 and 14 was also evaluated. The Soxhlet extraction was the one with the highest average yield. By the kinetics degradation coefficients of 0.033, 0.044 and 0.048 day⁻¹ were obtained for the decoction, Soxhlet and ultrasound extractions, respectively, and the half-life was approximately 14 days. In the buffer solutions were added two drops of each extract and staining ranged from pink in acid pH, to yellow at basic pH. Through this study it was verified that it is possible to extract anthocyanins from Isabel grapes and that their extracts performed efficiently the function of pH indicators.

KEYWORDS: Kinetics. Extraction methods. Spectroscopy UV-vis.

REFERÊNCIAS

- ABE, Lucile Tiemi et al. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinifera* L. **Food Science and Technology**, v. 27, n. 2, p. 394-400, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612007000200032>
- ALONSO, V. P. P. **Pigmentos-Antocianinas**. 2013. Disponível em: <<https://cienciasdosalimentos.wordpress.com/2013/11/27/antocianinas/>> Acesso em set. 2018.
- ANANGA, Anthony et al. Production of anthocyanins in grape cell cultures: a potential source of raw material for pharmaceutical, food, and cosmetic industries. **The Mediterranean genetic code-grapevine and olive**, p. 247-287, 2013. <https://doi.org/10.5772/54592>
- AMIC, Dragan; BARANAC, Jelisaveta; VUKADINOVIC, Vladimir. Reactivity of some flavylum cations and corresponding anhydrobases. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 38, n. 4, p. 936-940, 1990 <https://doi.org/10.1021/jf00094a004>
- BERNARDINO, A. M. R.; PEREIRA, A. da S.; ARARIPE, D. R.; SOUZA, N. A. de; AZEVEDO, R. V. de. **Antocianinas – Papel indicador de pH e estudo da estabilidade da solução do repolho roxo**. 2006. Disponível em: <<http://www.s bq.org.br/ranteriores/23/resumos/0256>>. Acesso em: ago. 2018.
- BOBBIO, Paulo A.; BOBBIO, Florinda Orsatti. **Química do processamento de alimentos**. Campinas: Fundação Cargill, 1984.
- BORDIGNON JR, Celso Luiz et al. Influência do pH da solução extrativa no teor de antocianinas em frutos de morango. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 1, p. 183-188, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612009000100028>
- CAVALCANTI, Rodrigo N.; SANTOS, Diego T.; MEIRELES, Maria Angela A. Non-thermal stabilization mechanisms of anthocyanins in model and food systems— An overview. **Food Research International**, v. 44, n. 2, p. 499-509, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.12.007>
- DELGADO-VARGAS, Francisco; JIMÉNEZ, A. R.; PAREDES-LÓPEZ, O. Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains—characteristics, biosynthesis, processing, and stability. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 40, n. 3, p. 173-289, 2000. <https://doi.org/10.1080/10408690091189257>
- DELGADO-VARGAS, Francisco; PAREDES-LOPEZ, Octavio. **Natural colorants for food and nutraceutical uses**. CRC press, 2002. <https://doi.org/10.1201/9781420031713>
- GOLDY, R. G.; BALLINGER, W. E.; MANESS, E. P. Fruit anthocyanin content of some *Euvitis* x *Vitis rotundifolia* hybrids. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 111, n. 6, p. 955-960, 1986.
- GIUSTI, M. Monica; WROLSTAD, Ronald E. Acylated anthocyanins from edible sources and their applications in food systems. **Biochemical engineering journal**, v. 14, n. 3, p. 217-225, 2003. [https://doi.org/10.1016/S1369-703X\(02\)00221-8](https://doi.org/10.1016/S1369-703X(02)00221-8)

- HEREDIA, F. J. et al. Chromatic characterization of anthocyanins from red grapes—I. pH effect. **Food Chemistry**, v. 63, n. 4, p. 491-498, 1998. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00051-X](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00051-X)
- HOU, Zhaohua et al. Identification of anthocyanins isolated from black rice (*Oryza sativa* L.) and their degradation kinetics. **Food research international**, v. 50, n. 2, p. 691-697, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.07.037>
- KATO, C.G.; TONHI, C.D.; CLEMENTE, E. Antocianinas de uvas (*Vitis vinífera* L.) produzidas em sistema convencional. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 06, n. 02, p. 809-821, 2012. <https://doi.org/10.3895/S1981-36862012000200007>
- LEVI, Maria Alice B. et al. Three-way chemometric method study and UV-Vis absorbance for the study of simultaneous degradation of anthocyanins in flowers of the *Hibiscus rosa-sinensis* species. **Talanta**, v. 62, n. 2, p. 299-305, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2003.07.015>
- LOPES, Toni et al. Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 13, n. 3, 2007.
- MACHEIX, J. J.; FLEURIET, A.; BILLOT, J. The main phenolics of fruits. **Fruit phenolics**, p. 1-98, 1990. <https://doi.org/10.1201/9781351072175-1>
- MALACRIDA, Cassia Roberta; MOTTA, S. da. Antocianinas em suco de uva: composição e estabilidade. **Boletim do CEPPA**, v. 24, n. 1, p. 59-82, 2006. <https://doi.org/10.5380/cep.v24i1.5294>
- MARÇO, Paulo Henrique; POPPI, Ronei Jesus; SCARMINIO, Ieda Spacino. Procedimentos analíticos para identificação de antocianinas presentes em extratos naturais. **Química Nova**, v. 31, n. 5, p. 1218-1223, 2008. <https://doi.org/10.5380/cep.v24i1.5294>
- MARKAKIS, Pericles (Ed.). **Anthocyanins as food colors**. Elsevier, 2012.
- MAZZA, G.; BROUILLARD, R. Recent developments in the stabilization of anthocyanins in food products. **Food Chemistry**, v. 25, n. 3, p. 207-225, 1987. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(87\)90147-6](https://doi.org/10.1016/0308-8146(87)90147-6)
- SOUZA, B. L. C. de. **Aula 05 – Espectrofotometria UV-visível**. Lorena, SP: USP, 2008. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/b.cortez/aula-05-espectrofotometria-uv-vis>>. Acesso em: set. 2018.
- TANAKA, Yoshikazu; SASAKI, Nobuhiro; OHMIYA, Akemi. Biosynthesis of plant pigments: anthocyanins, betalains and carotenoids. **The Plant Journal**, v. 54, n. 4, p. 733-749, 2008. <https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2008.03447.x>
- VILLIERS, André de et al. High performance liquid chromatography analysis of wine anthocyanins revisited: Effect of particle size and temperature. **Journal of Chromatography A**, v. 1216, n. 15, p. 3270-3279, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2009.02.038>
- WROLSTAD, Ronald E.; DURST, Robert W.; LEE, Jungmin. Tracking color and pigment changes in anthocyanin products. **Trends in Food Science & Technology**, v. 16, n. 9, p. 423-428, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2005.03.019>

Recebido: 19 nov. 2018

Aprovado: 27 nov. 2019

Publicado: 30 jan 2020

DOI: 10.3895/rbta.v13n2.9085

Como citar:

SILVA, C. F. Avaliação do uso de extratos de antocianinas obtidos a partir de uvas Isabel como indicadores de pH. **R. bras. Technol. Agroindustr.**, Francisco Beltrão, v. 13, n. 2, p. 2932-2946, jul./dez. 2020. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Carla Fabiana Silva

Rua Biólogo Augusto Ruskin, 102, Bloco B-Quadra F, São Lourenço da Mata, Pernambuco, Brasil, 54705-394

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

