



Metodologia de extração de corante de hibisco para uso como indicador ácido-base

METHODOLOGY OF EXTRACTION HIBISCUS DYE FOR USE AS ACID-BASE INDICATOR

Rozalina Aparecida Mina*, Adriana Maria Meneghetti†,
Andreine Aline Roos‡, Pedro Henrique T. de Mendonça§, Bárbara Cristina Lopes¶,

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo utilizar indicadores naturais (extratos aquoso e etanólico de flores de hibisco) como alternativa ao uso de indicadores sintéticos e aplicação de conceitos de titulação, equilíbrio químico e Lei de Lambert-Beer, analisando a possibilidade de substituição de fenolftaleína para uma maneira, sustentável na realização de aulas práticas. Para isso, foram utilizadas soluções padrão de ácido clorídrico, ácido acético e hidróxido de sódio nas concentrações 0,1 e 1 mol L⁻¹ e água para criar uma escada de pH de 1 a 12 e em seguida adicionado os extratos de hibisco. Observou-se a mudança de coloração, sendo mais pronunciada para os extratos aquosos das flores vermelha e amarela. Nas análises de espectroscopia UV-Vis, houve diferença nos espectros de absorção molecular, indicando que ocorreu mudança na estrutura do indicador em função do pH. Houve concordância entre os métodos volumétrico e potenciométrico, para os indicadores e, o extrato aquoso das flores de hibisco, apresentaram potencial didático para uso alternativo e para explicação da Lei de Lambert-Beer, sendo extrato aquoso das flores vermelhas, o melhor indicador ácido-base.

Palavras-chave: titulação, antocianina, flavonoides, ensino de química.

ABSTRACT

The objective of this work was to use natural indicators (aqueous and ethanolic extracts of hibiscus flowers) as an alternative to use of synthetic indicators and application of concepts of titration, chemical equilibrium and Lambert-Beer law, analyzing the possibility of replacing phenolphthalein for, sustainable way to conduct practical classes. For this, standard solutions of hydrochloric acid, acetic acid and sodium hydroxide at concentrations of 0.1 and 1 mol L⁻¹ and water were used to create pH scale from 1 to 12 and then the hibiscus extracts were added. The color change was observed, being more pronounced for the aqueous extracts of the red and yellow flowers. In the analysis of UV-Vis spectroscopy, there was a difference in the molecular absorption spectra, that means that there was a change in the structure of the indicator as a function of pH. There was agreement between the volumetric and potentiometric methods, for the indicators, and the aqueous extract of hibiscus flowers presented a didactic potential for alternative use and for explaining the Lambert-Beer Law, with aqueous extract of red flowers being the best acid-base indicator.

Keywords: titration, anthocyanin, flavonoids, teaching chemistry.

* Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena, PR, Brasil; rozalinamina@alunos.utfpr.edu.br;

† Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Santa Helena (Santa Helena); adrianam@utfpr.edu.br;

‡ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena, PR, Brasil; andreineross@utfpr.edu.br;

§ Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, Paraná, Brasil; pedro.mendonca@unioeste.br;

¶ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena, PR, Brasil; lopesb@utfpr.edu.br;



1 INTRODUÇÃO

A planta de hibisco (*Hibiscus rosa-sinensis* L.) pertence à família das Malvaceae, é nativa da Ásia Tropical (China), mas é comumente encontrada em regiões tropicais e subtropicais (KUMAR; SINGH, 2012; SANTOS JÚNIOR, 2016), incluindo cerca de 250 gêneros e 4200 espécies. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) considerou as flores de hibisco consumíveis na forma de chá (infusão ou decocção), por meio da Portaria nº 519 de 1998 da Secretaria de Vigilância Sanitária. Estudos farmacológicos já demonstraram que as flores de *H. rosa-sinensis* tem efeitos antibacterianos (NAYAK et al. 2015; RUBAN; GAJALAKSHMI, 2012), cicatrizante (BHASKAR NITHYA, 2012; NAYAK et al. 2007) antidepressivo (KHALID et al. 2014; SHEWALE; PATIL; HIRAY, 2012), cardíacos (GAUTHAMAN et al. 2006; AFIUNE et al. 2017) e antioxidantes (MASAKI et al. 1995; OLIVEIRA et al., 2020).

Em produtos naturais, a maioria das substâncias responsáveis pela cor pertence à classe dos flavonoides (flavonóis e antocianidinas), (MARÇO; POPPI, 2008; GIUSTI et al. 2014; PINA; OLIVEIRA; FREITAS, 2015), das antocianidinas, derivam as antocianinas, responsáveis pela coloração azul, violeta, vinho, e vermelho que aparecem em diversas partes da planta (UCHÔA et al. 2016; CARDOSO; LEITE; PELUZIO, 2011; KHOO et al. 2017; CEDRIM et al. 2018), e são consideradas bons indicadores ácido-base (CARDOSO; LEITE; PELUZIO, 2011), e empregadas como alternativa a fenolftaleína, azul de bromotimol, vermelho de metil, entre outros (SILVA; BRITO; GONÇALVES, 2018; SUPATMI; SETIAWAN; RAHMAWATI, 2019; ALMEIDA; YAMAGUCHI; SOUZA, 2020). As antocianinas são a única classe de polifenóis capaz de absorver luz na região do UV (280-400nm) e visível (360-500nm) (RUBINSKIENE et al. 2005; BROUILLARD; LANG, 1990; OLIVEIRA et al. 2020) e sofrer mudanças de coloração com a variação do pH (LEE; DURST; WROLSTAD, 2005; PAN et al., 2019), ocorrendo a protonação do cátion flavílico, e diminuição do número de ligações duplas conjugadas, responsáveis pelo aumento na absorção destas substâncias (MARÇO; POPPI, 2008; BORDIGNON JR et al., 2009).

Nesse contexto, as flores de hibisco podem ser utilizadas como indicadores e apresentam mudança de coloração conforme o método de extração e suas características físico-químicas? Diante disso, este trabalho, objetivou utilizar indicadores naturais (flores de hibisco) como alternativa ao uso de indicadores sintéticos e aplicação de conceitos de titulação, equilíbrio químico e Lei de Lambert-Beer, analisando a possibilidade de substituição de fenolftaleína para uma maneira sustentável na realização de aulas práticas.

2 MÉTODO

Coleta do material e obtenção dos extratos

As flores de hibisco foram coletadas no Balneário, na cidade de Santa Helena - PR, as quais foram despetaladas e trituradas manualmente. Em seguida, pesou-se em balança analítica 24,5730 e 21,3430 g de flores de hibisco nas cores amarela e vermelha, respectivamente. Acrescentou-se 200 ml água da torneira até pouco acima do volume das flores e levou-se ao aquecimento, cessando o mesmo 15 min após a fervura. Para obtenção dos extratos etanólicos utilizou-se 23,0420 g e 20,2500 g de flores de hibisco de cor amarela e 21,1302 g e 16,3120 g de flores de hibisco vermelha, em seguida procedeu-se dois métodos: i) adicionou-se 200 mL de etanol 99% e deixando em repouso por 30 min; ii) adicionou-se 200 mL de etanol 99% e deixado em maceração por 24 h. Obtendo-se extratos etanólicos de flores vermelhas e amarelas em dois tempos de extração, 30 min e 24 h. Em todos os métodos, seguiu-se a filtração em peneira e acondicionou-se os extratos em frasco âmbar.

Construção da escala de pH, Análise Volumétrica e Lei de Lambert-Beer

Com o auxílio de pHmetro, construiu-se uma escada de pH de 1 a 12, utilizando-se 10 mL de água em seis tubos de ensaio e ajustado o pH com ácido clorídrico (HCl) e hidróxido de sódio (NaOH) nas concentrações, 0,1 e 1 mol L⁻¹ para ambos, e adicionado 5 gotas dos seis extratos de hibisco e observada mudança de coloração.

Para as análises volumétricas utilizou-se soluções padronizadas de HCl, ácido acético (AcOH) e NaOH, em concentrações $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ e o indicador que apresentou melhor resultado na escala de pH. O volume utilizado do titulado foi 25 mL, e com o início da titulação, adicionou-se o titulante de 1 em 1 mL, com leitura do pH usando eletrodo de vidro combinado, no qual o valor do ponto de equivalência foi determinado através da primeira derivada.

Após a realização da escala de pH, (extrato aquoso de hibisco vermelho (EAV) e amarelo (EAA), foram obtidos espectros de absorção na região do ultravioleta, para determinação dos comprimentos de onda dos máximos de absorção, e para demonstração da alteração destes espectros em função da acidez do meio. Para a verificação da Lei de Lambert-Beer foram utilizadas alíquotas do EAV e EAA, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 e 1,0 mL, respectivamente, as quais foram diluídas com soluções de HCl e NaOH, obtendo-se volume final de 5 mL. Os comprimentos de onda utilizados foram 366 e 330 nm para o EAA ácido e básico, respectivamente, e 514 e 214 nm para EAV ácido e básico, respectivamente. As medidas foram realizadas em triplicatas.

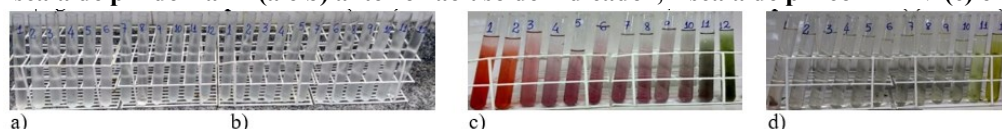
3 RESULTADOS

Reversibilidade do equilíbrio e mudança de cor em função do pH

A escala de pH para os seis extratos, para avaliar a alteração na coloração e verificar qual método de extração apresentaria melhor resultado (Fig. 1 a e b). Seguida da adição dos extratos verificou-se que a maior alteração visual foi com adição de EAV e EAA. Na Fig. 1 c, observou-se que o EAV, apresentou coloração nos diferentes pH, variando do vermelho ao verde, com o aumento de pH. Na faixa de pH 5, 6 e 7 a coloração apresentou pouca variação, porém abaixo de 5 (ácidos - tons avermelhados) e acima de 7 (básicos - tons rosáceos escuros a verdes) este indicador natural poderá ser utilizado para visualizar diferenças entre os pH. As antocianinas em pH entre 1 e 2 apresentam cor avermelhada, devido o predomínio do cátion flavílico, para pH maior que 2, é observado equilíbrio entre o cátion flavílico e a estrutura pseudobase carbinol (MARÇO; POPPI, 2008). Já para o EAA (Fig. 1 d) a faixa de pH entre 3 a 8 apresentou dificuldade para visualização. Em pH abaixo de 3 a solução se apresenta levemente rosa e acima de 8, amarelo esverdeado.

Com o aumento de pH até 6 as antocianinas perdem a coloração até tornarem-se incolores, devido a presença da espécie pseudobase carbinol. Acima de 6, as estruturas pseudobase carbinol e anidrobases quinoidais, podem formar cis-chalcona (MARÇO; POPPI, 2008). Em meio levemente ácido e temperatura ambiente, ocorre o equilíbrio entre as formas carbinol e chalcona. O aumento da temperatura desloca o equilíbrio na direção da formação da base chalcona (HEREDIA; FRANCA-ARICHA; RIVAS-GONZALO, 1998; LOPES et al. 2007; MARÇO; POPPI, 2008).

Figura 1 - Escala de pH de 1 a 12 (a e b) anterior ao uso de indicador; Escala de pH com EAV (c) e EAA (d)



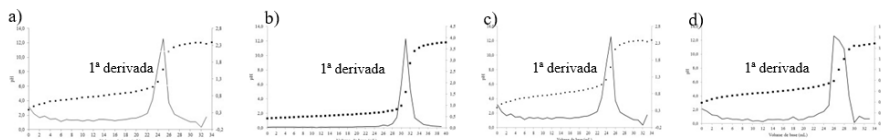
Fonte: Autoria própria (2020).

Comparação entre métodos

Todas as medidas para cada extrato, realizadas em triplicata, nas quais o HCl e AcOH foram os titulados e NaOH o titulante, e os volumes de equivalência foram obtidos utilizando a primeira derivada (Fig. 2).

A comparação da titulação potenciométrica com a volumétrica (Tab. 1), mostrou que os extratos podem ser utilizados como indicador ácido-base em titulações, e o valor do erro comparando os métodos e os EAV e EAA, visual ficou em torno de 2%. O maior erro foi observado para HCl no EAA (2,77%), seguido de AcOH no EAV, o que pode ser justificado pela força ácida.

Figura 2 -Titulação potenciométrica de HCl com NaOH para o (a) e EAV (b) e titulação potenciométrica de AcOH com NaOH para o EAV (c) e EAA (d).



Fonte:Autoria própria (2020).

Tabela 1- Comparação dos resultados de detecção dos pontos finais em titulação ácido-base, utilizando EAV e EAA como indicador visual e com eletrodo de vidro

Sistema	Potenciométrico	Volume médio de equivalência* (mL)		
		Visual	Potenciométrico	Erro (%)
HCl/NaOH	Extrato aquoso vermelho	32,73	31,50	2,030
HCl/NaOH	Extrato aquoso amarelo	30,05	28,5	2,777
Ac. Acético/NaOH	Extrato aquoso vermelho	28,46	25,5	2,493
Ac. Acético/NaOH	Extrato aquoso amarelo	26,70	26,50	1,287

*Média de três determinações. Condições: Volume de HCl titulado = 40 mL e de AcOH = 35 mL. Todos os reagentes utilizados em concentrações de 0,1 mol L⁻¹.

Fonte:Autoria própria (2020)

Espectros de absorção molecular e Lei de Lambert-Beer

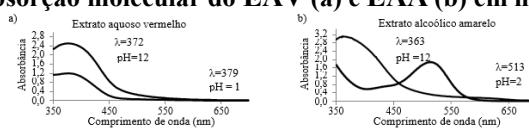
A interação da luz com as substâncias depende da estrutura química dos compostos, e a medida do espectro de absorção é uma forma de caracterização da obtenção do extrato. As alterações nas bandas espectrais foram observadas nas medidas espectroscópicas, indicando que as moléculas sofreram modificações estruturais em pH próximos 1 e 12 para o EAV (Fig. 3 a) e, tanto em meio ácido como em meio básico não apresentou modificação de coloração associada à forma dos espectros de máxima absorção. Em meio ácido predominou a cor vermelha (pH abaixo de 3), com comprimento de onda máximo em 379 nm para pH 1 e 372 para pH 12. No caso das antocianinas, o aumento do pH promove a protonação do cátion flavílico, conseqüente diminuição do número de ligações duplas conjugadas, responsáveis pelo aumento na absorção destas substâncias (MARÇO; SCARMINIO, 2007; MARÇO; POPPI, 2008; BORDIGNON JR et al., 2009).

O EAA, tanto em meio ácido como em meio básico apresentou modificação de coloração associada à forma dos espectros de máxima absorção. Em meio ácido predominou a cor rosa claro (pH abaixo de 3), com comprimento de onda máximo em 513 nm e em meio básico predominou uma cor esverdeada para pH 12 (pH acima de 10), com comprimento de onda máximo em 363 nm (Fig. 3 b).

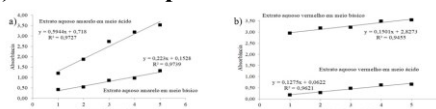
Na Fig. 4 a e b observa-se o comportamento para os EAA e EAV, respectivamente para esta lei e verifica-se uma boa relação linear com coeficiente próximo de 1 (0,97 para ácido e básico) para o EAA e pouco abaixo de 1 (0,94 e 0,96 para básico e ácido), para o EAV. A dependência linear entre a absorbância e a concentração das espécies presentes em uma solução é dada por essa lei. As antocianinas, em solução aquosa ácida, considera-se sua estrutura química no estado fundamental e excitado, pois existem em pH <7, pelo menos cinco formas equilíbrio dependentes do pH (BRIDLE; TIMBERLAKE, 1997; BROUILLARD et al. 1997; OLIVEIRA et al. 2020), esse número aumenta em solução básica, devido a equilíbrios de desprotonação adicionais.

4 CONCLUSÃO

Os resultados demonstraram que o melhor método de extração para o uso de flores de hibisco como indicador de pH em titulações ácido-base, foi usando a água como solvente e após análise de solução aquosa dos extratos como indicadores de pH, verificou-se que todos os extratos das flores vermelhas adquiriram diferentes tonalidades em função do pH e maior percepção do ponto de viragem. Elas também apresentaram concordância com a lei de Lambert-Beer, uma excelente correlação, tanto em meio ácido quanto básico. Sendo assim, esse extrato pode ser uma boa alternativa para medição do pH, simples, baixo custo para o uso em diversas atividades durante as aulas.

Figura 3 - Espectros de absorção molecular do EAV (a) e EAA (b) em meio ácido e básico


Fonte: Autoria própria (2020)

Figura 4 - Valores de absorvância em função da concentração do extrato, $\lambda_{\text{máx}}$ de 363 para o meio básico e $\lambda_{\text{máx}}$ de 513 para o meio ácido (a) e $\lambda_{\text{máx}}$ de 372 para o meio básico e $\lambda_{\text{máx}}$ de 379 para o meio ácido.


Fonte: Autoria própria (2020)

REFERÊNCIAS

- AFIUNE, L. A. F.; LEAL-SILVA, T.; SINZATO, Y. K.; MORAES-SOUZA, R. Q.; SOARES, T. S. Campos, K. E.; FUJIWARA, R. T.; HERRERA, E.; DAMASCENO, D. C.; VOLPATO, G. T. **Beneficial effects of *Hibiscus rosa-sinensis* L. flower aqueous extract in pregnant rats with diabetes.** PLOS ONE, v.12, n.6, e0179785, 2017.
- ALMEIDA, C. dos S.; YAMAGUCHI, K. K. de L.; SOUZA, A. de O. **O uso de indicadores ácido-base naturais no ensino de Química: uma revisão.** Research, Society and Development, v. 9, n. 9, e175997243, 2020.
- BHASKAR, A.; NITHYA V. **Evaluation of the wound-healing activity of *Hibiscus rosa-sinensis* L (Malvaceae) in Wistar albino rats.** Indian Journal Pharmacology, v.44, n.6, p.694-698, 2121.
- BORDIGNON JR, C.; FRANCESCATTO V.; NIENOW A. A.; CALVETE, E.; REGINATTO, F. H. **Influência do pH da solução extrativa no teor de antocianinas em frutos de morango.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.29, n.1, p.183-188, 2009.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº 519, de 26 de junho de 1998. **Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de "Chás - Plantas Destinadas à Preparação de Infusões ou Decocções.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 29 jun 1998.
- BRIDLE P.; TIMBERLAKE C. F. **Anthocyanins as natural food colours-selected aspects.** Food Chemistry, v.58, p. 103-109, 1997.
- BROUILLARD R., FIGUEIREDO P., ELHABIRI M., DANGLES O. **Molecular interactions of phenolic compounds in relation to the colour of fruit and vegetables.** Clarendon Press; Oxford, UK: 1997.
- BROUILLARD, R.; LANG, J. **The hemiacetal-cis-chalcone equilibrium of malvidin, a natural anthocyanin.** Canadian Journal of Chemistry-Revue Canadienne De Chimie, v.68, p.755-761, 1990.
- CARDOSO, L. M.; LEITE, J. P. V.; PELUZIO, M. do C. G. **Efeitos biológicos das antocianinas no processo aterosclerótico.** Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas, v. 40, n.1, p.116-138, 2011.
- CEDRIM, P. C. A. S.; BARROS, E. M. A.; NASCIMENTO, T. G. do. **Propriedades antioxidantes do açaí (*Euterpe oleracea*) na síndrome metabólica.** Brazilian Journal of Food Technology, v.21, p.1-7, 2018.
- GAUTHAMAN, K. K.; SALEEM, M. T.; THANISLAS, P. T.; PRABHU. V.; KRISHNAMOORTHY, K. K.; DEVARAJ, N. S. **Cardioprotective effect of the *Hibiscus rosa-sinensis* flowers in an oxidative stress model of myocardial ischemic reperfusion injury in rat.** BMC Complementary Alternative Medicine, v.6, p. 32-39, 2006.
- GIUSTI, M.; POLIT, M. F.; AYVAZ, H.; TAY, D.; MANRIQUE, I. **Characterization and quantificação of anthocyanins and other phenolic in native andean potatoes.** Agricultural and Food Chemistry, v.62, n.19, p.4408-4416, 2014.
- HEREDIA. F.J.; FRANCA-ARICHA, E.M.; RIVAS-GONZALO,J.C., **Chromatic chaterization of anthocyanins from red grapes-I. PH effect.** Food Chemistry, v.63, n.4, p.491-498, 1998.
- KHALID L.; RIZWANI, G. H.; SULTANA, V.; ZAHID, H.; KHURSHEED, R.; SHAREEF, H. **Antidepressant activity of ethanolic extract of *Hibiscus rosa-sinensis* Linn.** Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences, v. 27, n.5, p.1327-1327, 2014.



- KHOO, E. H.; AZLAN, A. A.; TANG, S. T.; LIM, S. M. **Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits.** Food & Nutrition Research, v.61, p.1-21, 2017.
- KUMAR, A.; SINGH, A. **Review on Hibiscus rosa-sinensis.** International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences, v.3, n.2, p. 534-538, 2012.
- LEE, J.; DURST, R. W.; WROLSTAD, R. E. **Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative study.** Journal AOAC International, v. 88, n. 5, p. 1269-1278, 2005.
- LOPES, T. J. XAVIER, M. F. QUADRI, M. G. N.; QUADRI, M. B. **Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade.** Revista Brasileira Agrociência, v.13, n.3, p.291-297, 2007.
- MACZ-POP, G. A.; RIVAS-GONZALO, J.C.; PÉREZ-ALONSO J. J.; GONZALÉZ-PARAMÁS, A. M. **Natural occurrence of free anthocyanin aglycones in beans (*Phaseolus vulgaris* L.),** Food Chemistry, v.94,n.3, p.448-456, 2006.
- MARÇO, P. H.; POPPI, R. J. **Procedimentos analíticos para identificação de antocianinas presentes em extratos naturais.** Química Nova, v.31, n.5, p.1218-1223, 2008.
- MARÇO, P. H.; SCARMINIO, I. S. **Q-mode curve resolution of UV-vis spectra for structural transformation studies of anthocyanins in acidic solutions.** Analytica Chimica Acta, v. 583, n. 1, p. 138-146, 2007.
- MASAKI, H. S.; SAKAKI, S.; ATSUMI, T.; SAKURAI, H. **Active oxygen scavenging activity of plant extracts.** Biological and Pharmaceutical Bulletin, v.18, n.1, p. 162-166, 1995.
- NAYAK B. S.; RAJU S. S; ORETTE, F. A.; RAO A. V. C. **Effects of *Hibiscus rosa-sinensis* L (Malvaceae) on wound healing activity: a preclinical study in a Sprague Dawley rat.** The International Journal of Lower Extremity Wounds Extrem Wounds, v.6, n.2, p.76-81, 2007.
- NAYAK, D.; ASHE, S.; RAUTA P. R.; NAYAK. B. **Biosynthesis, characterisation and antimicrobial activity of silver nanoparticles using *Hibiscus rosa-sinensis* petals extracts.** IET Nanobiotechnol, v. 9, n.5, p. 288-293, 2015.
- OLIVEIRA, H.; CORREIA, P.; PEREIRA, A. R.; ARAÚJO, P.; MATEUS, N.; FREIRAS, V. de; OLIVEIRA, J.; FERNANDES, I. **Exploring the applications of the photoprotective properties of anthocyanins in biological systems.** International Journal Molecular Sciences, v. 21, n. 20, 2020.
- PAN, F.; LIU, Y.; LIU, J.; WANG, E. **Stability of blueberry anthocyanin, anthocyanidin and pyranoanthocyanidin pigments and their inhibitory effects and mechanisms in human cervical cancer HeLa cells.** RSC Advances, v. 9, p.10842-10853, 2019.
- PINA F.; OLIVEIRA J.; FREITAS V. de. **Anthocyanins and derivatives are more than flavylium cations.** Tetrahedron, v.71, n.14, 2015.
- RUBAN, P.; GAJALAKSHMI, K. **In vitro antibacterial activity of *Hibiscus rosa-sinensis* flower extract against human pathogens.** Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, v. 2, n.5, p.399-403, 2012.
- RUBINSKIENE, M. VISKELIS, P.; JASUTIENE R.; BOBINAS, V. **Impact of various factors on the composition and stability of black currant anthocyanins.** Food Research International, v. 38, n.8-9, p. 867- 871, 2005.
- SANTOS JUNIOR, J. M. F. dos. **A extração dos pigmentos da *hibiscus rosa-sinensis* e da *ixorachinensis* até os indicadores naturais de ácido-base como recurso didático para a disciplina de química no ensino médio.** Monografia. 59 f. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.
- SHEWALE, P. B; PATIL, R. A.; HIRAY Y. A. **Antidepressant-like activity of anthocyanidins from *Hibiscus rosa-sinensis* flowers in tail suspension test and forced swim test.** Indian Journal Pharmacology, v.44, p.454- 457, 2012.
- SILVA, A. F. S.; BRITO, L. M.; GONÇALVES, J. da S. **Extratos vegetais: uma alternativa à fenolftaleína no Ensino de Química Analítica.** Revista Processos Químicos, v. 12, n.23, p. 37-41, 2018.
- SUPATMI, S.; SETIAWAN, A.; RAHMAWATI, Y. **Student's misconceptions of acid-base titration assessments using a two-tier multiple-choice diagnostic test.** African Journal of Chemistry Education, v.9, n.1, p.18-37, 2019.
- UCHÔA, V. T.; CARVALHO FILHO, R. S. M.; LIMA, A. M. M.; ASSIS, J. B. **Utilização de plantas ornamentais como novos indicadores naturais ácido-base no ensino de química.** Holos, v.2, 2016.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa Institucional de Bolsas em Iniciação Científica e Tecnológica – PIBIC/PIBIC Af 2020/2021.