

Identificação de antocianinas em frutas da região amazônica: Um indicador natural usado como recurso didático para o ensino de química**Identification of anthocyanins in fruits from the amazon region: A natural indicator used as a teaching resource for teaching chemistry**

DOI:10.34117/bjdv6n11-178

Recebimento dos originais: 10/10/2020

Aceitação para publicação: 10/11/2020

Ercila Pinto Monteiro

Docente do Departamento de Química, Universidade Federal do Amazonas-UFAM

Leiliane de Almeida Freitas

Professora de Química do Ensino Médio, Secretaria de Educação do Estado do Amazonas-SEDUC

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo identificar pigmentos naturais de antocianina em frutos da Região Amazônica para utilizá-los como recurso didático no ensino da química. A pesquisa se desenvolveu em 2011 nas dependências do Instituto de Saúde e Biotecnologia da Universidade Federal do Amazonas, em Coari-Amazonas. Os frutos Amazônicos foram coletados nas comunidades ribeirinhas e na sede do município de Coari-AM, tendo como critério: a faixa de cores do vermelho ao roxo. Os extratos foram preparados de duas maneiras: 1º) extrato alcoólico, usando 30g da casca do fruto imerso por 24h em 50 mL de etanol a 92,8% (álcool comercial) e 2º) extrato aquoso, contendo 30g da casca do fruto triturado e filtrado para armazenagem em vidro âmbar. No total, o estudo envolveu a análise de 40 frutos Amazônicos, que resultaram na identificação de antocianina em 50% (20) dos frutos coletados. A identificação da antocianina foi realizada através de testes visuais em diferentes pHs e da análise de espectroscopia UV/Visível, na faixa de 320nm a 800 nm. Em todos os frutos identificados com antocianina, a potencialidade como indicador natural de pH, é confirmada através dos testes visuais. Com este recurso didático, melhorias no ensino de química podem ser implementadas na região, por duas razões: 1º) facilidade de acesso ao recurso na região e 2º) contextualização dos conceitos de equilíbrio químico, pH, titulação ácido-base e Princípio de Le Chatelier em sala de aula. Logo, a identificação da antocianina em frutos regionais amplia as opções de encontra-la para além daqueles já registrados na literatura, a fim de contribuir para melhorias no ensino de ciências.

Palavras-chave: Antocianina, pigmentos naturais, indicador ácido-base**ABSTRACT**

This study aimed to identify natural anthocyanin pigments in fruits of the Amazon region to use them as a didactic resource in the teaching of chemistry. The research was developed in 2011 in the premises of the Institute of Health and Biotechnology of the Federal University of Amazonas, in Coari-Amazonas. The Amazonian fruits were collected in the riverside communities and at the headquarters of the municipality of Coari-AM, having as criterion: the color band from red to purple. The extracts were prepared in two ways: 1) alcoholic extract,

using 30g of the peel of the fruit immersed for 24h in 50 mL of ethanol at 92.8% (commercial alcohol) and 2nd) aqueous extract, containing 30g of the peel of the crushed fruit and filtered for storage in amber glass. In total, the study involved the analysis of 40 Amazonian fruits, which resulted in the identification of anthocyanin in 50% (20) of the collected fruits. The identification of anthocyanin was performed through visual tests at different pHs and uv/visible spectroscopy analysis, in the range of 320nm to 800 nm. In all fruits identified with anthocyanin, the potentiality as a natural indicator of pH is confirmed through visual tests. With this didactic resource, improvements in chemistry teaching can be implemented in the region, for two reasons: 1) ease of access to didactic resources in the region and 2nd) contextualization of the concepts of chemical balance, pH, acid-base titration and Le Chatelier Principle in the classroom. Therefore, the identification of anthocyanin in regional fruits expands the options of finding it beyond those already registered in the literature, in order to contribute to improvements in science teaching.

Keywords: Anthocyanin, natural pigments, acid-base indicator

1 INTRODUÇÃO

Não é de hoje que a flora amazônica em sua ampla diversidade tem despertado interesse para a ciência (MONTEIRO et al, 2014). As variedades de plantas, frutos e flores ainda escondem importantes informações sobre as propriedades biológicas e químicas que devem ser investigadas. Dentre tantas substâncias encontradas nos frutos, a antocianina tem despertado o interesse, devido aos seus efeitos benéficos ao homem. Esses benefícios estão associados a sua ação antioxidante, antiinflamatória, anticancerígena, anti-obesidade e sua atividade preventiva contra os problemas degenerativos (DA SILVA, *et al.*, 2008).

Porém, as aplicações da antocianina não se limitam apenas a saúde, mas alcança a indústria de alimentos atuando como pigmento natural (OZELA et al., 2007) e apresenta utilidades no ensino da química, como instrumento pedagógico (SOARES et al., 2001). É com foco na aplicação da antocianina com um recurso didático no ensino de ciências é que esta pesquisa se desenvolveu.

Cada vez mais o desinteresse dos alunos por aulas tradicionais exige dos docentes a capacidade de proporcionar aulas inovadoras, de tal maneira a conduzir os estudantes a aprendizagens significativas. Uma das saídas para o professor de química tem sido a experimentação, que sendo bem conduzida em classe, oferece a contextualização dos conceitos e o desenvolvimento de relações entre teoria e prática.

A experimentação é uma estratégia didática que possibilita o desenvolvimento de habilidades, como: manuseio, observação, argumentação, reflexão e pensamento crítico, contribuindo para elevar a motivação e o interesse dos estudantes pela ciência. Essa estratégia

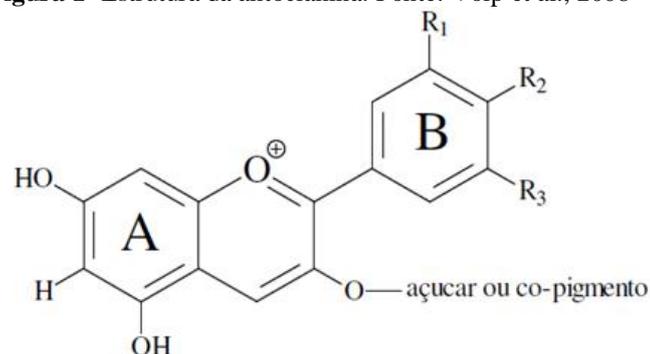
apesar de interessante, muitas das vezes, tem a sua execução limitada pela falta de laboratório de ciências ou mesmo de reagentes e vidrarias nas escolas.

Para a realidade das escolas públicas no Estado do Amazonas, observa-se que a ausência dos materiais nos laboratórios das escolas desfavorece a experimentação, o que provoca a busca por recursos viáveis que sejam de baixo custo como, por exemplo, a realização de projetos educativos que faz uso de materiais simples (COSTA e MESQUITA, 2010; SOARES e COSTA, 2010; OLIVEIRA et al., 2010; COUTO et al., 1998). Diante desse contexto de biodiversidade, compreende-se a necessidade de se direcionar pesquisa que possam desenvolver recursos pedagógicos com produtos naturais da floresta para o desenvolvimento da aprendizagem em ciências (PINHEIRO e DE LIMA, 1999). Evidentemente, que quanto mais acessíveis forem os materiais usados, mais ampla será a rotina de aulas experimentais no ensino de ciências em lugares distantes.

Assim, o uso de pigmentos naturais no ensino da química se apresenta como um recurso didático interessante e de baixo custo no ensino, oferecendo melhorias na qualidade de ensino (COUTO, et al., 1998; OKUMURA et al., 2002; VOLP et al., 2008). Considerada como pigmento natural responsável por diferentes cores de frutos, flores e folhas, a antocianina se apresenta como composto polifenólico e pertence ao grupo dos flavonoides, e um excelente indicador natural de ácido e base (TERCI e ROSSI, 2002).

Sua propriedade de atuar como pigmento natural se deve a estrutura em dois anéis aromáticos interligados por um heterociclo oxigenado (Figura 1). Em geral, o anel oxigenado apresenta um grupo glicosídico (açúcar) na posição 3 em meio básico, que facilmente se desprende em meio ácido, por sofrer hidrólise. Os grupos R1, R2 e R3 são ramificações de cadeias carbônicas oxigenadas ou não, ou ainda grupos hidroxilas, que configuram vários tipos de antocianina, como: Cianidina, Peonidina, Delfinidina, Malvinidina e Petunidina.

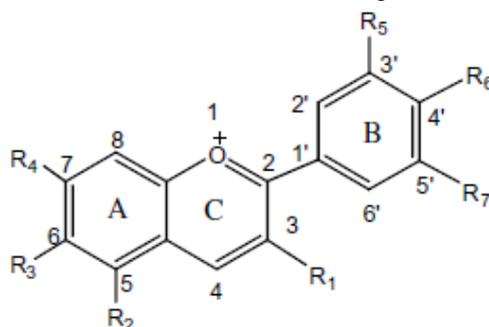
Figura 1- Estrutura da antocianina. Fonte: Volp et al., 2008



Proveniente do grego *Anthos* (flores) e *Kianos* (azul), a antocianina foi descoberta em 1853 por Marquart (MARÇO et al., 2008). Ela é uma substância muito instável, quando submetida à variação de temperatura, luminosidade e pH. Devido a essas propriedades, a antocianina se torna um excelente indicador natural ácido-base, considerando que é um pigmento natural que muda de cor em diferentes pHs.

As faixas de cores apresentadas em diferentes pHs são: vermelho, rosa, violeta, azul, verde e amarelo. As mudanças de cores da antocianina em diferentes pHs se deve a modificação da configuração do anel oxigenado. Por exemplo, em pH abaixo de 3,0, o anel se transforma em cátion flavílico de cor vermelha (Figura 2).

Figura 2- Cátion flavílico. Fonte: Borges et al, 2014.



Em pH mais alto, o cátion sofre hidratação, formando a configuração de um quinoidal, de cor violeta. Em pH de 6,0 a 8,0, é formado o pseudobase ou carbinol incolor. O carbinol entre pH 9,0 e 12 pode sofrer tautomerismo, transformando-se em um anidrobases, de cor azul. A constante hidratação da molécula conduz a formação da base quinoidal, de cor amarela escura (ALBARACI et al., 2006). A combinação das cores primárias: azul e amarela, durante a mudança de configurações da molécula de antocianina, pode conduzir a apresentação da cor verde.

Esta propriedade pode ser aproveitada no ensino de química como um recurso didático alternativo para proporcionar experimentos no ensino de conceitos de ciências (DE MELO et al., 2007), como: equilíbrio ácido-base, medida de pH e indicadores de titulações (MONTEIRO et al, 2014), e, principalmente, em lugares onde os materiais de laboratório são escassos. Apesar de o extrato do repolho roxo ser muito usado como indicador de pH em vários estados brasileiros, em alguns lugares do Estado do Amazonas, este recurso também é escasso.

Dessa forma, torna-se essencial direcionar a nossa atenção para a nossa realidade, aproveitando o que a diversidade Amazônica pode nos oferecer, para desenvolver o ensino de ciências em nossa região. A região Amazônica oferece naturalmente algumas variedades de

frutos que são muito apreciados pelos moradores, destacando-se: tucumã, pupunha, mapatí, mari, jambo, buriti, camu-camu, araçá-boi, biribá, bacuri, murici, cubiu, uichi, entre outros. Observou-se que há poucos registros na literatura de estudos direcionados a identificação de antocianina em frutos típicos da Amazônia (PACHECO-PALENCIA et al, 2009; MAEDA et al., 2007; MONTEIRO et al, 2014), havendo um grande interesse por frutos mais conhecidos, como: uva (KENNEDY, 2008), acerola (DE LIMA et al., 2002), framboesa, cereja, jaboticaba e morango (MORENA-ALVAREZ et al., 2002; WANG et al., 2007). Devido a isto, este estudo foi desenvolvido para oferecer uma lista de frutos encontrados na Região Amazônica que contêm antocianina, cujo propósito é usá-los como recurso didático no ensino da química.

2 METODOLOGIA

COLETA E PREPARO DOS EXTRATOS

Os frutos regionais foram coletados na sede do município e na zona rural de Coari, especificamente, nas comunidades: Esperança, Vila Lira e Lauro Sodré, no período de Agosto de 2010 a Junho de 2011. Após a coleta, os frutos foram guardados em frasco âmbar e congelados a -1°C até o uso dos extratos.

Os extratos aquosos foram preparados pela dissolução de 30g da casca do fruto em 100 mL de água destilada, batidos em liquidificador. Para o preparo do extrato alcoólico, foram colocados 30g da casca do fruto em um béquer contendo 100 mL de etanol a 92,8%. O tempo de extração estabelecido foi de 24h. Todos os extratos foram preparados em ambiente com baixa luminosidade e com o béquer coberto por papel alumínio para evitar degradação da molécula. Em ambos os casos, os extratos foram filtrados com papel de filtro qualitativo e armazenados em recipiente âmbar. É muito importante o cuidado no preparo dos extratos, porque a antocianina é uma substância instável e na presença de luz ela pode sofrer degradação. Assim, recomenda-se o uso do extrato após o preparo, caso não seja possível, é necessário o congelamento do extrato, para evitar a degradação da antocianina.

ANÁLISES QUÍMICAS

Os extratos foram avaliados por meio do teste visual e espectrométrico, em diferentes pHs. Para o teste visual foi adicionado cinco gotas do extrato em 10 mL de soluções organizadas na seguinte sequência: ácido clorídrico 0,1 mol L⁻¹, ácido acético 0,1 mol L⁻¹, água destilada, cloreto de sódio 0,1 mol L⁻¹, carbonato de sódio, 0,1 mol L⁻¹, amônia 0,1 mol L⁻¹ e hidróxido de sódio a 0,1 mol L⁻¹ (MONTEIRO et al, 2014).

Para os extratos que apresentaram mudança de cor, a análise espectrométrica foi realizada. Para tal, foi necessário adicionar 5 gotas de hidróxido de sódio (NaOH a 0,5M) em 20 mL do extrato e 5 gotas de ácido clorídrico (HCl a 0,5 M) em outros 20 mL do mesmo extrato. A partir de então as amostras foram submetidas à análise espectrométrica de varredura na faixa de 320 a 800 nm do UV-V em três diferentes pHs: 3, 7 e 9. Para mantê-los neste pH foi usado tampão 4.0 , 7.0 e 9.0 , a solução tampão é definida como uma solução aquosa capaz de resistir a mudanças de pH quando ácidos ou bases são adicionados, por isso deve ser utilizada neste processo. Essa análise vem confirmar a presença da antocianina pelo aparecimento das bandas de absorção dessa substância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Dos frutos analisados neste estudo, 20 apresentaram a presença de antocianina (Tabela 1). A identificação da substância foi confirmada com a faixa de cores em diferentes pHs típicas de antocianina e pela a presença das bandas em 520 nm e/ou 600 nm no espectro do visível.

Tabela 1- Frutos Amazônicos identificados com antocianina

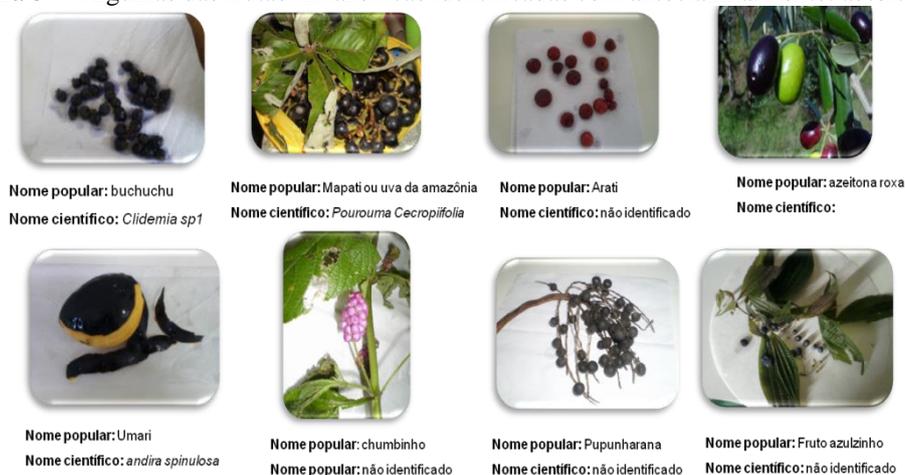
FRUTOS AMAZÔNICOS		
Nome popular	Nome científico	Tempo de amadurecimento/ ano
Bacaba	<i>Oenocarpus bacaba</i>	Outubro
Caju	<i>Anacardium occidentale</i>	Outubro
Marajá	<i>Pyrenoglyhis maraja</i>	Setembro
Buchuchu	<i>Clidemia sp 1</i>	Outubro
Jambo	<i>Syzygium malaccense</i>	Outubro
Azeitona roxa	<i>Syzygium cumini</i>	Dezembro
Arati	*NI	Dezembro
Pupunharana	*NI	Dezembro
Umari	<i>Andira spinulosa</i>	Março
Chumbinho	<i>Verbenaceae sp</i>	Março
Mapati	<i>Pourouma Cecropiifolia</i>	Janeiro
Buchuchu sem pelo	<i>Clidemia sp2</i>	Maio
Cambará	*NI	Maio
Buchuchu com pelo	<i>Clidemia sp3</i>	Maio
Araçaizinho	*NI	Maio
Jacarandá	*NI	Abril
Cajurana	*NI	Abril
João mole	*NI	Maio
Cajarana do Igapó	*NI	Maio
Fruto azulzinho	*NI	Maio

*NI- a espécie não foi identificado

Fonte: Pesquisadora

Os frutos típicos da região Amazônica listados na Tabela 1 são bem conhecidos pelos moradores locais e podem ser encontrados no mercado entre Janeiro a Dezembro de cada ano. Eles apresentam coloração do vermelho ao roxo, conforme a Figura 3.

Figura 3 – Algumas das frutas Amazônicas identificadas com antocianina. Fonte: autoras, 2011.



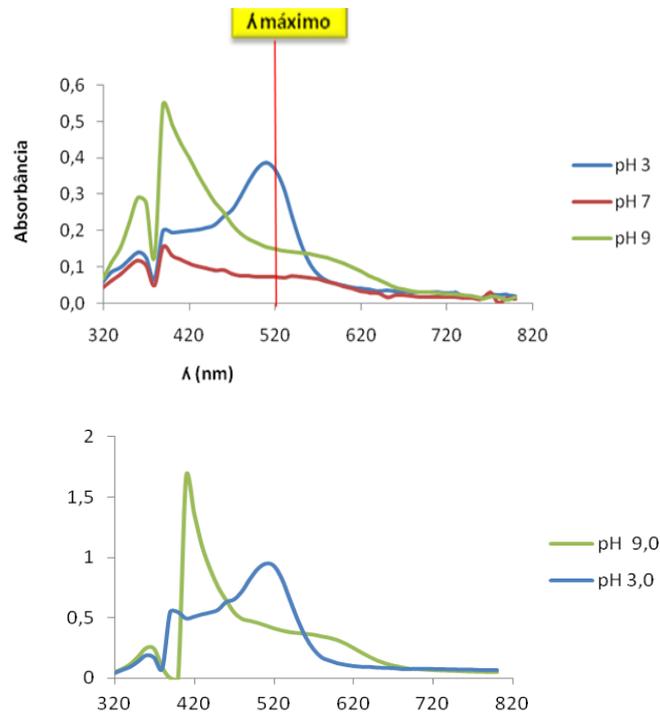
Os extratos, tanto em meio alcoólico quanto em meio aquoso, variou de cor em diferentes pHs, sendo que em meio alcoólico pôde-se observar melhores resultados. Em meio ácido, a cor observada foi de vermelha ou rosa e, em meio básico, azul, verde e/ou amarelo. Observa-se através da Figura 4, a presença do cátium flavílium nos extratos em pH fortemente ácido, através da cor rosa. O cátium é formado pela protonação do anel oxigenado, que pode sofrer um “ataque” eletrófilico pela adição nucleofílica da água (aumento do pH), resultando no desaparecimento da cor rosa. Essa reação não envolve a participação direta de açúcares. (BROUILLARD et al., 1997). Em meio básico, observou-se a cor verde em todos os extratos. Neste caso, a estrutura da antocianina sofreu uma mudança na sua configuração, transformando-se em uma base quinoideal (que dá a coloração azul), que em equilíbrio com a chalcona (coloração amarela) possibilitou a presença da cor verde. Essa faixa de cores é característica da presença de antocianina.

Os espectros obtidos com extratos apresentaram bandas em 520nm no visível em $\text{pH} < 3,0$, confirmando a presença da antocianina. Exemplos de espectros obtidos nos extratos estudados estão na Figura 5. A banda que aparece em 520 nm é característica da presença de cátion flavílico.

Figura 4 – Extrato aquoso (A) *Oenocarpus distichus* (B) *Syzygium malaccense* (C) *Pyressoglyhis maraja* (D) *Anacardium occidentale* e (E) *Clidemia* sp1 (F) *Pourouma cecropiifolia* (G) arati (H) azeitona roxa (I) *andira spinulosa* (J) *Verbenaceae* sp (L) *Pupunharana* (M) fruto azulzinho (N) cajurana do igapó (O) araçazinho (P) *Clidemia* sp2 (Q) *Clidemia* sp3 (R) *Cajurana* (s) *João mole* (T) *cambará* e (U) *Jacarandá*. Fonte: Autoras, 2011.



Figura 5 – Espectros dos extratos aquosos de *Syzygium malaccense* e *Pourouma cecropiifolia*. Fonte: Autoras, 2011.



Pôde-se observar que a banda de absorção máxima em 520 nm aparece nos 20 extratos estudados. Com a elevação do pH, há o surgimento de uma banda sutil em 600 nm e o desaparecimento da banda em 520 nm, indicativo da presença de uma base quinoidal, que

apresenta coloração azulada. As bandas de absorção obtidas neste estudo foram comparadas com valores registrados na literatura, havendo a identificação das mesmas nos estudos de Constant (2003) e Albaraci et al (2006).

Logo, os resultados obtidos reforça a identificação de antocianina em mais frutos brasileiros que podem ser encontrados na região Norte. Eles têm potencial para serem usados como indicadores naturais de ácido e base nas aulas de química e para o estudo dos conceitos de equilíbrio químico, pH, titulação ácido-base e Princípio de Le Chatelier.

4 CONCLUSÃO

Este estudo identificou 20 espécies de frutas da região Amazônica contendo antocianina, que podem ser usadas como recurso didático na região Norte. A identificação da antocianina possibilita ampliar as opções de frutas regionais que contém o pigmento para serem usadas como indicador natural no ensino de química, uma vez que a literatura havia registrado apenas algumas frutas. A antocianina foi identificada pelo teste visual (análise qualitativa) e pela espectrometria UV-V (análise quantitativa) e, cada fruto se apresenta em abundância na região Norte, conforme o tempo de maturação. Assim, este estudo deixa a sua contribuição, oferecendo opções para os professores de química em obter extratos alcoólicos ou aquosos de frutas regionais para a promoção de aulas experimentais no ensino de conceitos específicos, principalmente, de acidez e basicidade.

REFERÊNCIAS

- ALBARACI T.R., PESSOA, J.D.C. e FORIN, M.R. **Efeito das Variações de pH e temperatura sobre as antocianinas nas polpas do açaí** - Estudos Espectrofotométricos e Cromatográficos. Comunicado Técnico, São Paulo, Novembro 2006.
- BROUILLARD, R.; FIGUEIREDO, P.; et al. **Molecular interactions of phenolic compounds in relation to the color fruit and vegetables**. In: Phytochemistry of fruit and vegetables. Tomás- Barberán, F.A.; ROBINS, R.J. Oxford: Claredon Press, p 29-49, 1997.
- BORGES, J.M.; SANTOS, M.D.; LEANDRO, F.P.; TOLEDO, A.L.S.; FIGUEIREDO, A.P. e DOMINGUINI, L. **Estudo da estabilidade de antocianina em diferentes alcoóis alifáticos para uso como indicador de pH**. Revista Ciências Exatas e Naturais, v. 1, n. 16, 2014, p. 129-142.

CONSTANT, P.B.L. **Extração, caracterização e aplicação de antocianinas de açaí** (*Euterpe oleracea*, M.) Viçosa, 2003.

COSTA, T.O.G. e MESQUITA, D.W.O. **Química na praça no Município de Parintins-Am.** XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ), Brasília, Julho, 2010.

COUTO, A.B.; RAMOS, L.A. e CARVALHO, E.T.G. **Aplicação de pigmentos de flores no ensino da química.** Química nova, v. 2, n. 2, 1998, p. 221-227.

DA SILVA MENEZES, E.M.; TORRES, A.T. e SRUS, A.U.S. **Valor nutricional da polpa de açaí** (*Euterpe oleracea* Mart) liofilizada. *Acta Amazônica* 38(2), 2008.

DE LIMA, V.L.A.G.; DE ALMEIDA MÉLO, E.; DOS SANTOS LIMA, *et al.* **Polpa congelada de acerola: efeito da temperatura sobre os teores de antocianinas e flavonóis totais.** *Ver. Bras. Frutic.*, 24(3), 2002.

DE MELO, K.S.G. **Extração e uso de corantes vegetais da Amazônia no tingimento de couro de Matrixã** (*Brycon Amazonicu Spix & Agassiz*, 1819). *Dissertação do Programada de Pós-graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais.* Agricultura no trópico úmido, 2007, p.5.

KENNEDY, J.A. **Grape and wine phenolics: observations and recent finding.** *Cien. Inv. Agr.* 35(2), 2008.

MAEDA, R.N.; PANTOJA, L.; YUYAMA, L.K.O. e CHAAR, J.M. **Estabilidade de ácido ascórbico e antocianinas em néctar de camu-camu** (*Myrciaria dúbia* (H.B.K.) Mc Vaugh). *Ciênc. Technol. Aliment.* 27(2), 2007.

MARÇO, P.H.; POPPI, R.J. e SCARMINIO, I.S. **Procedimentos analíticos para identificação de antocianinas presentes em extratos naturais.** *Química Nova* 31(5), 2008.

MONTEIRO, E.P.; DA SILVA, A.G. e NASCIMENTO, M.C. **Estudo do extrato aquosa da casca da Bacaba** (*Oenocarpus Bacaba* Mart.) como indicador natural ácido-base. *Lat. Am. J. Sci.* 1, 12012 (2014), p. 1-11.

MORENA-ALVAREZ, M.J.; MATOS, A.V.; LOPÉZ, E. e BELÉN C., D. **Estabilidad de antocianinas em jugos pasteurizados de mora** (*Rubus glaucus Benth*). *Alan* 52(2), 2002.

OKUMURA, M. H. F., SOARES, M. H. F. B. e CAVALHEIRO, E. T. G. **Identificação de pigmentos naturais de espécies vegetais utilizando-se cromatografia em papel.** Química Nova, 25(4), 2002, 680-683. doi: 10.1590/S010040422002000400025.

OLIVEIRA, A.C.S.; DE FREITAS, V.A.A.; MARTINEZ, A.G.; CAMPOS, V.R.; DOS SANTOS, V.O. e BARROS, I.C.L. **Experimentação de Química voltada para o Ensino Médio em eventos científicos na cidade de Manaus.** XV encontro Nacional de ensino da química (XV ENEQ) Brasília, Julho. 2010.

OZELA, E.F.; STRINGHETA, P.C. e CHAUCA, M.C. **Stability of anthocyanin in spinach vine (*Basella rubra*) fruits.** *Ciência e Investigacion na Agraria*, 34(2), 2007.

PACHECO-PALENCIA, L.A.; DUNCAN, C.E. e TALCOTT, S.T. **Phytochemical composition and thermal stability of two commercial açai species, Euterpe oleracea and Euterpe precatória.** Food Chemistry, v. 115, n. 4, p. 1199-1205, 2009.

PINHEIRO, M.H.T. e DE LIMA, W.N. **Estudo da utilização do extrato aquoso de barbatimão (*Stryphnodendron barbatimão*, M.) no ensino de química.** *Eclét. Quím.* 24, 1999.

SOARES, E.R. e COSTA, T.O.G. **PIBID: Química contribuindo para a evolução do processo ensino-aprendizagem nas escolas públicas em Manaus/Am.** XV encontro Nacional de ensino da química (XV ENEQ) Brasília, Julho. 2010.

SOARES, M.H.F.B.; SILVA, M.V.B. e CAVALHEIRO, E.T.G. **Aplicação de corantes naturais no Ensino Médio.** *Eclética Química*, 26, 2001.

TERCI, D. B. L. e ROSSI, A. V. **Indicadores naturais de pH: usar papel ou solução?** Química Nova, 25(4), 2002, 684-688. doi: 10.1590/S0100-40422002000400026.

VOLP, A.C.P, *et al.* **Flavonóides: Antocianinas Características e propriedades na nutrição e saúde.** Rev. Bras. Nutr Clin 2008.p.144.

WANG, W.D. e XU, S.Y. **Degradation kinetics of anthocyanins in blackberry juice and concentrate.** Journal of Food Engineering 82, 2007.