



Indicadores naturais amazônicos de ácido-base: metodologias e possibilidades

Célio Santos Almeida¹; Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi^{2*}

¹Graduado em Ciências: Biologia e Química, Instituto de Saúde e Biotecnologia, Estrada Coari Mamiá, Coari, Amazonas, Brasil. ²Professora da Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Saúde e Biotecnologia, Estrada Coari Mamiá, Coari, Amazonas, Brasil., *klenicy@gmail.com

Recebido em: 28/08/2023

Aceito em: 19/05/2024

Publicado em: 31/07/2024

<https://doi.org/10.29327/269504.6.1-16>

RESUMO

Este trabalho buscou avaliar frutos da região Amazônica como indicadores naturais de ácido-base para serem utilizados no ensino de Química e otimizar a extração dos corantes com comprovada eficiência. A metodologia baseou-se em um método de pesquisa experimental, de natureza qualitativa. No estudo, foram feitos a extração dos pigmentos de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*), bacaba (*Oenocarpus bacaba* mart.), açaí (*Euterpe precatoria*), bacuri (*Garcinia madruno*), piquiá (*Caryocar villosum*) e buriti (*Mauritia flexuosa*) por diferentes técnicas de extração. Realizou-se o teste da reversibilidade do equilíbrio químico. Os resultados mostraram que os extratos de açaí, bacaba e tucumã apresentaram variações de colorações quando adicionadas em soluções ácidas, básicas e neutras, e com uma reversibilidade no equilíbrio. As amostras dos frutos macerados a frio para o açaí e tucumã, e da bacaba macerados a quente, foram os métodos mais apropriados para a extração dos pigmentos. Portanto, os extratos de açaí, bacaba e tucumã apresentaram uma grande potencialidade como indicador natural para identificar substâncias ácidas e básicas, podendo ser utilizado tanto o extrato como o indicador de papel, representando uma alternativa viável para o ensino de química.

Palavras-chave: Indicador ácido-base. Antocianinas. Ensino de ciências. Região Amazônica.

Amazon natural indicators of acid-base: methods and possibilities

ABSTRACT

This work aims to evaluate Amazon fruits potential to natural indicators of acid-base to chemistry teaching and optimize pigment extraction with proven efficiency. Methodology was experimental research with qualitative and quantitative approach. Extraction of the tucumã (*Astrocaryum aculeatum*), bacaba (*Oenocarpus bacaba* mart.), açaí (*Euterpe precatoria*), bacuri (*Garcinia madruno*), piquiá (*Caryocar villosum*) and buriti (*Mauritia flexuosa*) pigments was realize by different extraction techniques. Reversibilidade assay of the chemical balance. Açaí, bacaba and tucumã extracts presented variations of colorations when added in solutions acid, basic and neutral, and showed considerable reversibility. The samples of the açaí and tucumã in cold maceration, and bacaba fruit and hot maceration show more appropriate method for the pigment's extraction. These results suggest that açaí, bacaba and tucumã fruits can be used to acid-base natural indicator model, be through the extract or paper indicator, with viable alternative to conventional teaching chemistry methods.

Keywords: Acid-base indicator. Anthocyanins. Science teaching. Amazon state.

INTRODUÇÃO

As dificuldades em relacionar o conteúdo teórico com a vivência cotidiana dos alunos é um assunto que vem sendo debatido nas mais diversas disciplinas do eixo básico curricular. Diante da atual realidade do ensino no Brasil, nem sempre os participantes desses cenários escolares, docentes e discentes, conseguem fazer essa relação. Os motivos que causam isso são diversos, onde inclui-se lacunas na formação universitária, ausência de laboratórios e falta de materiais didáticos adequados para que os docentes possam desenvolver a teoria relacionado com as aulas experimentais (DIAS et al., 2003).

Na disciplina de química, as atividades experimentais contribuem para que exista uma maior compreensão e desenvolvimento dos conceitos teóricos. Entende-se que a experimentação de forma isolada não produz os efeitos esperados, mas associada e orientada, pode trazer benefícios para o melhoramento do processo de ensino e aprendizagem (YAMAGUCHI; YAMAGUCHI, 2020).

As articulações citadas são de extrema importância, uma vez que a Química é uma ciência experimental, de comprovação científica, tendo os pressupostos teóricos e a realização de experimentos como uma estratégia didática para o ensino (PENAFORTE; SANTOS, 2014).

Entre os conteúdos estudados, tem-se o ensino das classes inorgânicas ácidos e bases. Nele, pode-se realizar aulas experimentais por meio do uso pigmentos extraídos de plantas, folha, flor, fruto e sementes como uma alternativa viável de detecção das classes citadas. Este recurso pode ser produzido em casa ou na sala de aula utilizando os materiais do cotidiano e com as plantas da região (MONTEIRO; FREITAS, 2020).

O uso dos extratos das partes de plantas como indicador natural de ácido-base tem sido proposto e aproveitado cada vez mais no Ensino de Química, pois além de ser de fácil obtenção, baixo custo, pode proporcionar o interesse dos alunos para o conteúdo abordado. Usar extratos naturais em experimentos didáticos representa um recurso motivacional versátil devido à mudança de cores das soluções de acordo com a alteração do pH (ROSSI; SHIMAMOTO, 2010; ALMEIDA et al., 2020).

Os indicadores de ácido-base são substâncias orgânicas fracamente básicas ou ácidas com propriedade de mudar de coloração em diferentes escalas de pH (LOBO e LOURENÇO, 2007; BORGES et al., 2014). Os indicadores naturais são soluções preparadas a partir da extração de corantes químicos. Entre eles, tem-se as antocianinas, pigmentos pertencentes a classe dos flavonoides e que estão presente em matérias-primas

vegetais, como semente, flores e frutos. Esse pigmento sofre mudanças de colorações quando estão em contato com soluções ácidas ou básicas (SOUZA, 2014).

Os flavonoides representam uma classe de compostos denominados de fenólicos que, contém como núcleo dois anéis aromáticos com um grupo hidroxila ligados por uma cadeia de carbonos, arranjados em três anéis (C6-C3-C6), sendo dois anéis fenólicos substituídos (A e B) e um pirano (cadeia heterocíclica C) acoplado ao anel A (CUNHA et al., 2005).

Segundo o estado de oxidação da cadeia heterocíclica do pirano, os flavonoides podem ser classificados em classes distintas, dentre elas estão como principais, as antocianinas, flavonóis, flavonas, isoflavonas e flavononas. Na presença de ácidos, apresenta-se uma coloração avermelhada e azulada, e na presença de substâncias básicas, exibem uma mudança de cor em função do pH, tomando a tonalidade de azul ou verde (LOPES et al., 2007; ARAÚJO, 2018).

O pH é um índice de Potencial Hidrogeniônico que mede a acidez, alcalinidade ou neutralidade, no qual é determinado pela concentração de íons $[H^+]$ presentes no meio. Quanto maior a concentração de íons $[H^+]$, menor será o pH e menor será a concentração de íons $[OH^-]$ (VASQUES et al., 2018). Por outro lado, quanto maior a concentração $[OH^-]$, maior será o pH e menor será a concentração de íons $[H^+]$. A escala de pH varia de 1 a 14, onde os ácidos possuem pH abaixo de 7.0, bases acima de 7.0 e neutro igual a 7.0 (ÁVILA, 2015; RODRIGUES; RAMOS, 2016; MARTINS et al., 2017).

Existem técnicas que podem ser utilizados para determinar o pH de uma solução. O mais frequente é o pHmetro, aparelho que converte a concentração de $[H^+]$ de uma solução em um sinal elétrico e seu valor gerado é informado no visor digital (RODRIGUES; RAMOS, 2016). Outra forma é através do uso de indicadores de ácido-base que determinam através da mudança de coloração, como o papel tornassol, fenolftaleína, azul de bromotimol, alaranjado de metila, vermelho de metila, papel indicador universal e o indicador natural (COSTA, 2011).

O uso de corantes ou produtos naturais como indicadores de pH vem se destacando no ensino de química, pois, além de obter baixo custo, oferecem a contextualização sobre os conceitos químicos aplicados a materiais conhecidos pelos discentes. Geralmente, são de fácil acesso e manipulação, não precisando de equipamentos sofisticados para a realização das análises (CUNHA et al., 2005).

Os pigmentos podem ser extraídos de diversos vegetais e partes de plantas, utilizando a maceração a frio e maceração a quente com água, álcool etílico comercial (96° GL) e/ou solução com ácido clorídrico a 1%, formando um corante que possibilita identificar o pH de uma determinada solução (SILVA et al., 2009; GUIMARÃES et al., 2012; SANTOS, 2016).

Estudos têm evidenciado diversos trabalhos com matéria primas que podem ser utilizadas com indicadores naturais de ácido-base. Entre eles, cita-se como os frutos da pacová-de-macaco (*Renealmia exaltata* L. F.), pitanga (*Eugenia uniflora*), folhas de heliconia (*Heliconia rostrata*), mussaenda (*Mussaenda erythrophylla*), flores do hibisco (*Hibiscus rosa-sinensis*), hibisco dobrado (*Hibiscus rosa-sinensis*), vinca (*Catharanthus roseus*), Trapoeraba-roxa (*Tradescantiapallida purpúrea*), semente do feijão preto (*Phaseolus vulgaris*), casca de cangalheiro (*Pterodon abruptus*), semente do cacau (*Theobroma cacao* L.) (MOTA; CLEOPHAS, 2014; COSTA et al., 2015; PEREIRA et al., 2017; VASQUES et al., 2018; RODRIGUES et al., 2019; QUEIROZ et al., 2019; YAMAGUCHI et al., 2020).

Na Amazônia, também são encontrados produtos com tais potenciais, dentre eles estão o guajiru (*Arrabidaea chica*), o buriti (*Mauritia flexuosa*), açaí (*Euterpe oleraceae* e *Euterpe precatoria*), patauí (*Oenocarpus bataua* mart.), com a presença de substâncias capazes de detectar as classes de substâncias ácidas e básicas, assim permitindo a mudança de colocação de acordo com o pH (LOPES et al., 2007; ALMEIDA et al., 2020).

Deste modo, este trabalho buscou avaliar o potencial dos frutos Amazônicos como indicadores naturais de ácido-base e otimizar a extração dos pigmentos utilizando técnicas de extração e parâmetros diferenciais. O uso desses indicadores naturais pode suprir a falta dos indicadores sintéticos em laboratórios de química, oportunizando aos professores utilizarem este recurso metodológico para contextualizar os conteúdos de pH, ácido-base, equilíbrio químico e sobre os indicadores de ácido-base.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia para o desenvolvimento do presente estudo baseou-se no método de pesquisa experimental, buscando a verificação dos fatos experimentalmente, visando comprovar as relações teórico-prático.

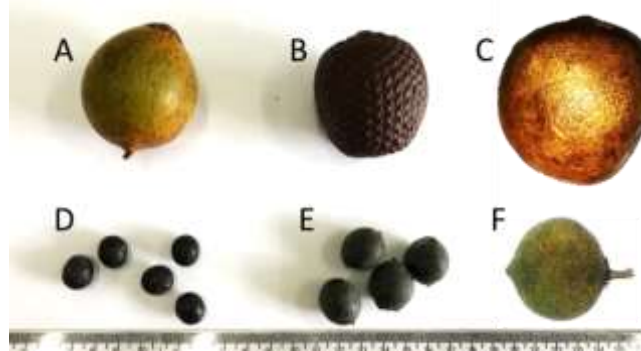
Com foco na análise e natureza dos dados, foi utilizado uma abordagem qualitativa. O método qualitativo permitiu uma interpretação do pesquisador sobre o fenômeno do

estudo.

Coleta do material

A bacaba, açaí, tucumã e o buriti (Figura 1A-D) foram coletados na comunidade da ilha do Ariá de São Francisco localizada na zona rural do município de Coari-Amazonas, Brasil. O piquiá e o bacuri (Figura 2E-F) foram coletados no Centro de Apoio à Pesquisa do Médio Solimões da Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

Figura 1 - Frutos coletados na região Amazônica e analisados como indicador ácido-base natural. A) Tucumã, B) buriti, C) piquiá, D) açaí, E) bacaba e F) bacuri.



Fonte: Autores, 2023.

Obtenção dos extratos

OS frutos foram limpos com água corrente e solução sanitizando de hipoclorito. Após, foram secos e separados as polpas, cascas e sementes. O método de extração foi a maceração, comparando duas variantes, em temperatura ambiente (a frio) e a quente. Foram utilizados 10g dos frutos recém-colhidos e 10g de amostras previamente secas em estufa de ar circulante a 55 °C para cada tipo de fruto. Na maceração a frio, triturou-se a polpa da fruta fresca no liquidificador com a mistura de 20mL de etanol 100% e 80 mL de água destilada, assim como ocorreu para as amostras da fruta seca. Em seguida, as amostras foram condicionadas em frascos de vidro por 24 horas para a extração dos pigmentos.

Na maceração a quente as amostras trituradas foram colocadas em aquecimento por 10 minutos à 60°C. Ao final, as amostras foram filtradas e armazenadas em refrigerador e em frascos ambarados.

Demonstração da reversibilidade do equilíbrio e do fenômeno da mudança de cor em função do pH

Na avaliação da mudança de cor em função do pH de cada amostra, foram colocados 1mL dos extratos em tubos de ensaio obtidos por diferentes métodos de extração e 2,5mL das soluções de ácido sulfúrico H₂SO₄ 1:10 v/v (pH 1), ácido clorídrico diluído (pH 4), água destilada (pH 7), solução tampão (pH 10) e a solução de hidróxido de sódio 0,1 M (pH 14), respectivamente.

Para cada amostra foram verificados a reversibilidade das colorações, utilizando ácido clorídrico 0,6 M e o hidróxido de sódio 0,6 M. Para tanto, foram colocados ácido clorídrico e hidróxido de sódio nos tubos de ensaios contendo os extratos de tucumã secos macerados a quente, bacaba fresca macerada a frio e açaí fresco macerado a quente, respectivamente. No tubo de ensaio contendo o ácido, adicionou-se a base, e no outro tubo contendo a base foi adicionado ácido para testar o caráter reversível dos extratos.

Avaliação dos extratos como indicador de papel de pH

Para a preparação do indicador de papel, utilizou-se papel filtro cortado em tiras de 10 cm. Utilizou-se as soluções preparadas em maceração e deixou-se imerso nos tubos de ensaio os papéis durante 20 minutos em temperatura ambiente. Em sequência, os papéis foram secos por 2 horas a 60°C em estufa de ar circulante. Para avaliar o uso dos extratos como indicadores de papel, as tiras impregnadas com os extratos foram acrescentadas em solução de ácido clorídrico 0,6 M, água destilada e solução de hidróxido de sódio 0,6 M e observadas quanto a diferença nas colorações após a imersão nas soluções ácidas, neutras e básicas.

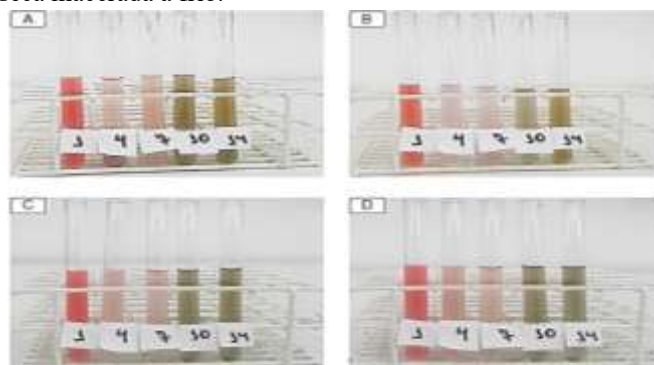
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Demonstração a reversibilidade do equilíbrio e do fenômeno da mudança de cor em função do pH

Em pH ácido, básico e neutro, os extratos apresentaram diversas tonalidades que puderam ser facilmente identificadas, conforme a escala de pH definida. As mudanças de cores dos extratos de açaí, bacaba e tucumã são caracterizadas pelas antocianinas e flavonoides presentes nos frutos. As escalas de variação de cores dos extratos de bacaba, açaí e tucumã em função do pH 1, 4, 7, 10 e 14 a partir dos diferentes métodos de extração dos pigmentos podem ser visualizadas nas Figuras 2-4.

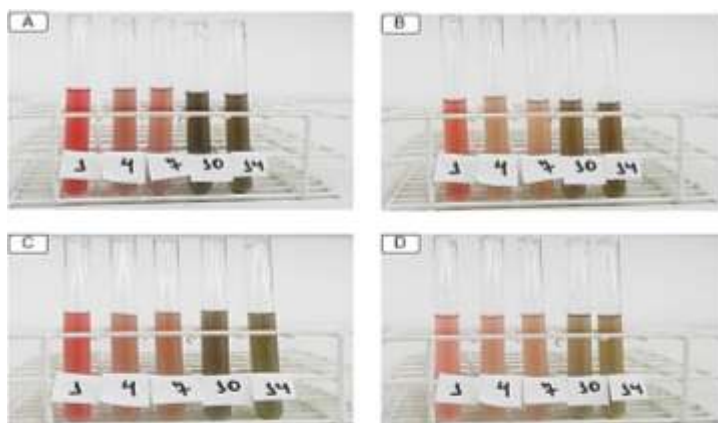
As mudanças de cores observadas indicam que os extratos podem ser utilizados como soluções indicadoras naturais de ácido-base, porém os extratos de bacuri, buriti e piquiá não apresentaram diferentes colorações perceptíveis em pH ácido, básico e neutro.

Figura 2 - Mudança de cores dos diferentes extratos da bacaba nos pHs 1, 4, 7, 10 e 14. A) Amostra seca macerada a quente. B) Amostra fresca macerada a quente. C) Amostra fresca macerada a frio. D) Amostra seca macerada a frio.



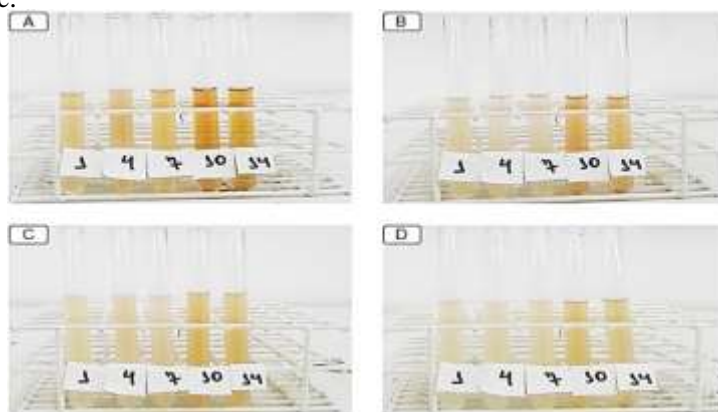
Fonte: Autores, 2023.

Figura 3 - Mudança de cores dos diferentes extratos do açai. A) Amostra fresca macerada a quente. B) Amostra seca macerada a quente. C) Amostras fresca macerada a frio. D) Amostra seca macerada a frio.



Fonte: Autores, 2023.

Figura 4 - Mudança de cores dos diferentes extratos do tucumã. A) Amostra fresca macerada a frio. B) Amostra seca macerada a frio. C) Amostras fresca macerada a quente. D) Amostra seca macerada a quente.



Fonte: Autores, 2023.

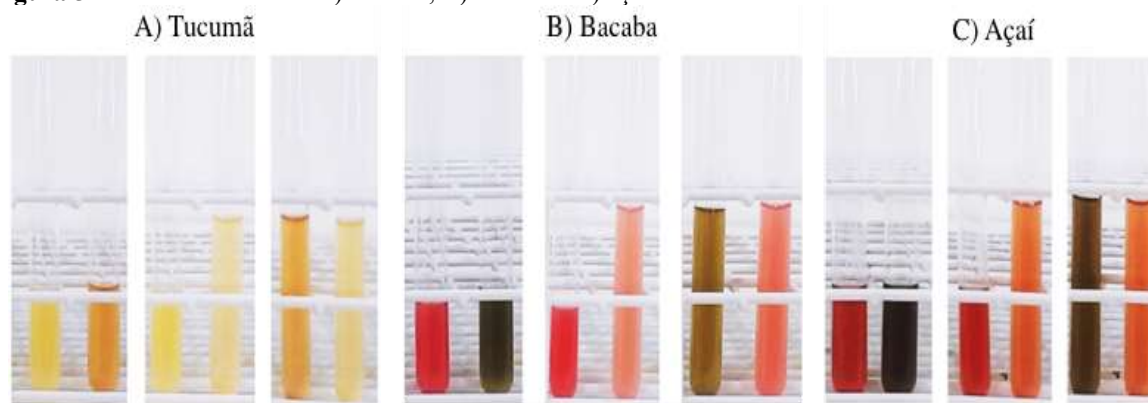
Os extratos da bacaba apresentam diferentes tonalidades quando adicionados em meio ácido, básico e neutro, e podem ser visualizadas claramente através das cores vermelho, rosa e verde escuro, respectivamente. Esses resultados são corroborados por Monteiro et al., (2014) que realizaram o experimento usando o extrato da bacaba pelo método de maceração a quente a 60° C por 2 horas. A diferença foi em relação ao período em que a matéria prima permaneceu imersa no solvente. Assim, pôde-se ter uma otimização do tempo de extração, realizando a metodologia de forma mais rápida e tão eficiente quanto o que foi descrito pelos autores citados.

Além disso, as cores obtidas ainda são comparadas com o estudo de Monteiro e Freitas (2020), havendo a identificação das mesmas cores em meio ácido e básico ao produzirem um indicador com os frutos da bacaba utilizando extrato aquoso com água destilada e alcoólico com etanol 92,8% pelo método de maceração a frio por 24h.

Os resultados para açaí também corroboram com o estudo realizado por Ávila (2015), Firmino et al. (2018), Yamaguchi et al. (2020), Yamaguchi e Yamaguchi (2020) comprovando as cores vermelho, marrom e verde escuro para o extrato de açaí, e por *Figueiredo et al., (2008)* com as frutas da juçara (*Euterpe edulis*), pertencentes ao mesmo gênero *Euterpe* do açaí.

Avaliando a reversibilidade dos extratos, a amostra de tucumã apresentou uma coloração alaranjado claro em meio ácido e laranja escuro em meio básico. Quando foi acrescentado ácido na solução contendo os extratos com solução básica, a solução mudou a coloração para laranja claro e quando adicionado base no outro tubo contendo a solução ácida, a solução mudou a coloração para laranja escuro, correspondendo assim a um sistema em equilíbrio químico, como demonstrado na figura 5A. O mesmo foi observado para as amostras de bacaba e açaí, ilustrado na figura 6B e 6C, respectivamente.

Figura 5 - Reversibilidade do A) tucumã, B) bacaba e C) açaí.



Os extratos de açaí e bacaba apresentaram notórias tonalidades entre as variações de pH, assim como o tucumã. A mudança de vermelho em meio ácido para verde escuro na base pode ser atribuída a presença de antocianinas na constituição dos pigmentos dos frutos, uma vez que esta, muda conforme a alteração do pH, a que permite uma reversibilidade considerável (CORRÊA, 2018; SILVA et al., 2018).

Da mesma maneira, as cascas do tucumã são descritas como ricas em flavonoides (ARAGÃO, 2013), e também, foi possível visualizar a mudança do laranja claro em meio ácido ao laranja escuro pela adição da base, ou vice-versa, caracterizando um equilíbrio ácido-base.

A reversibilidade foi observada para o extrato de bacaba, confirmando o estudo descrito por Monteiro et al., (2014) que analisaram a potencialidade desse fruto para indicar diferentes colorações conforme o meio.

Pesquisadores como Cuchinski et al., (2010), também conseguiram demonstrar o teste de reversibilidade utilizando o extrato aquoso e alcoólico da beterraba, indicando que esse indicador natural poderá ser aplicado em estudos de equilíbrio químico.

O comportamento reversível dos extratos pode ser caracterizado como um sistema de equilíbrio químico, em que o indicador natural altera a coloração pela adição das soluções ácidas e básicas, retornando à coloração inicial se o meio for alterado. Para Skoog et al., (2002), quando um sistema em equilíbrio químico sofre uma perturbação externa pela adição de ácido ou base, o equilíbrio se desloca no sentido de consumir o componente adicionado afim de atingir novamente o estado de equilíbrio, caracterizando assim o princípio de Le Chatelier.

A reversibilidade é um fator fundamental para indicar o grau de acidez ou basicidade do meio. A medição da quantidade de H^+ ou OH^- das soluções é denominado de pH e a cor da solução dependerá das espécies que estiverem maior quantidade presentes no meio. Por isso, de acordo com Gomes (2018), os indicadores são utilizados para indicar o pH de uma solução, através da coloração.

Dessa maneira, é possível visualizar claramente as alterações de colorações observadas nos tubos de ensaio, devido à grande quantidade de pigmentos capazes de apresentar uma transição reversível de coloração, em função da mudança de pH pela adição de soluções ácidas e básicas.

O diferencial deste trabalho dar-se-á pela comparação entre as diferentes técnicas de extração do açaí e da bacaba, sendo otimizado a forma de obtenção dos corantes.

Mesmo já tendo relatos na literatura sobre essa propriedade, um aprofundamento sobre as técnicas de extração e os parâmetros para uma extração mais eficiente dos corantes, é útil e contribui para as atividades experimentais para o fim proposto.

Avaliação dos extratos como indicador de papel de pH

Os indicadores de papel com filtro impregnado com os extratos de açaí, bacaba e tucumã, apresentam cores intensas e observáveis macroscopicamente e, podem ser justificadas pela presença da quantidade de pigmentos impregnados no papel (figura 6). Os resultados indicam que os extratos dos frutos amazônicos podem medir uma faixa de pH.

Figura 6 - Fitas após a imersão nas soluções ácidas, neutras e básicas, respectivamente, tendo a primeira somente impregnada com os extratos. A) Açaí. B) Bacaba. C) Tucumã.



Fonte: Autores, 2023.

As cores dos papeis indicadores de pH impregnados pelos extratos de açaí, bacaba e tucumã podem ser comparadas com as colorações obtidas nos tubos de ensaio (figura 2-4), assim foi possível distinguir o caráter ácido, básico e neutro das soluções.

Resultados similares foi demonstrado por Palácio et al.; (2012), analisando o extrato das flores de hibisco e vinca, e por Melo (2012) com os extratos das plantas de espinafre indiano, rama silvestre sazonal, jiterana e figo da Índia. Da mesma forma, Terzi e Rossi (2002) detectaram essa potencialidade para os extratos de uva, amora, jaboticaba e jambolão.

Para Melo (2012) o uso de indicadores de papéis obtidos a partir de antocianinas pode aferir a leitura do pH de uma solução, pois são valores representados numa faixa de pH que varia de 1 a 14, o que possibilita uma medida quantitativa, diferentemente da solução. Esses indicadores de papeis são de baixo custo e obtenção, pois podem ser produzidos com materiais do cotidiano e com as plantas disponíveis na região que contenham os pigmentos capazes de mudar a coloração em função de pH.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O extrato de tucumã apresentou parâmetros químicos para ser utilizado como indicador natural de ácido-base, assim como os indicadores de bacaba e açaí que embora já tenham sido citados na literatura, tiveram a investigação sobre as melhores condições para serem extraídos seus corantes. Esses experimentos demonstraram resultados viáveis e possíveis de serem executados tanto nas soluções quanto no uso como papel indicador.

Dessa forma, verificou-se que esses indicadores podem ser utilizados como materiais alternativos em atividades práticas no Ensino de Química para os professores contextualizarem os conteúdos de ácido-base, equilíbrio químico, pH e indicadores de ácido-base. Ainda, evidencia-se que as diferentes metodologias de extração desses pigmentos demonstraram um método apropriado e viável para o preparo dos indicadores naturais de ácido-base tanto no ensino básico quanto no superior.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. dos S.; YAMAGUCHI, K. K. de L.; SOUZA, A. de O. The use of natural acid-base indicators in Chemistry teaching: a review. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. e175997243, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7243>

ARAGÃO, A. B. **Caracterização bioquímica e centesimal das espécies *Astrocaryum vulgare Mart.* (tucumã) e *Endopleura uchi* (Huber) Cuatrec. (uxi) nativas da região Amazônica**. 2013. 97f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2013.

ARAÚJO, A. C. **Obtenção e estabilidade de corante de antocianinas extraídas do repolho roxo (*Brassica oleracea*)**. 2018. 88 f. Dissertação (Mestrado) – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2018.

ÁVILA, C. C. S. **Extrato do açaí, extrato do repolho roxo e extrato do hibisco rosa como indicadores de pH**. 2015. 94 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, Assis, 2015.

BORGES, J. M.; SANTOS, M. D.; LEANDRO, F. P.; TOLEDO, A. L. S.; FIGUEIREDO, A. P.; DOMINGUINI, L. Estudo da estabilidade de antocianinas em diferentes alcoóis alifáticos para uso como indicador de pH. **Ciências Exatas e Naturais**, v. 16, n. 1, p. 129-142, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5935/RECEN.2014.01.08>

CORRÊA, B. M. **Caracterização e veiculação de extrato da casca do fruto da bacaba (*Oenocarpus bacaba mart.*) em sistemas microemulsionados**. 2018. 72f. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais) - Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, 2018.

COSTA, K. P. **Uso do açafrão da terra como indicador ácido-base no Ensino de Química**. 2011. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

COSTA, V. C.; GRAMACHO, R. S.; SANTOS, A. S.; AMORIM, F. A. C. Aplicação do extrato de amêndoa de cacau (*Theobroma cacao*. L) como um novo indicador em titulações ácido-base. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 4, p. 1496-1507, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5935/1984-6835.20150081>

CUCHINSKI, A.S; CAETANO, J, DRAGUNSKI, D.C. Extração do corante da beterraba (*betavulgaris*) para utilização como indicador ácido-base. **Revista Eclética Química**, v. 35, n. 4, p. 17-23, 2010.

CUNHA, A. P.; SALGUEIRO, L.; ROQUE, O. R. **Farmacognosia e fitoquímica**, Capítulo 22, 1 ed. Fundação Calouste Gulbenkian, 2005.

DIAS, M. V.; GUIMARÃES, P. I. C.; MERÇON, F. Corantes naturais: Extração e emprego como indicadores de pH. **Revista Química Nova na Escola**, n. 17, p. 27-31, 2003.

FIGUEREDO, M. J. M.; FERREIRA, T. A.; SILVA, A. R. Z.; HELM, C. V.; HANSEL, F. A. Metodologia para obtenção de antocianinas de frutos de juçara (*Euterpe edulis*). **Comunicado Técnico**, p. 1-6, 2008.

FIRMINO, E. S.; ARAÚJO, V. P.; SAMPAIO, C. G.; VASCONCELOS, A. K. P., BARROSO, M. C.S. Indicadores ácido-base produzidos com materiais de baixo custo para uso no Ensino de Química. **Revest Research, Society and Development**, v. 8, n. 8, p. 1-12, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v8i8.1257>

GOMES, T. C. A. **Utilização de corantes naturais como indicadores de pH em papel**. 2018. 45f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

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**, v. 35, n. 8, p. 1673-1679, 2012.

LOBO, A. M.; LOURENÇO, A. M. **Biossíntese de produtos naturais**. Lisboa: IST Press, 2007.

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 de Agrociência**, v. 13, n. 3, p. 291-297, 2007

MARTINS, R.C.; BERNADI, F.; KREVE, Y. D.; NICOLINI, K. P; NICOLINI, J. Coleção de propostas utilizando produtos para a introdução ao tema ácido-base no Ensino Médio (parte 1). **Revista Educação Química**, v. 28, p. 246-253, 2017.

MELO, M. F. S. **Utilização de extratos naturais na produção de papel indicador ácido-base como ferramenta para aulas práticas de Química básica**. 2012. 40f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Educação em Saúde) - Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2012.

MONTEIRO, E. P.; FREITAS, L. A. Identificação de antocianinas em frutas da região Amazônica: um indicador natural usado como recurso didático para o Ensino de Química. **Braslian Journal of Development**, v. 6, n. 11, p. 86590-86600, 2020.

MONTEIRO, E. P.; SILVA, A. G.; NASCIMENTO, M. C. Estudo do extrato aquoso da casca da Bacaba (*Oenocarpus bacaba Mart.*) como indicador natural ácido-base. **Latin American Journal of Science Education**, v. 1, p. 1-11, 2014.

MOTA, T. C.; CLEOPHAS, M. G. Proposta para o Ensino de Química utilizando a planta *Pterodon abruptus (Moric.) Benth.* como indicador natural de pH. **Revista Virtual de Química**, v. 6, n. 5, p. 1353-1369, 2014.

PALÁCIO, S. M.; OLGUIN, C. F. A.; CUNHA, M. B. Determinação de ácidos e bases por meio de extratos de flores. **Educación Química**, v. 23, n. 1, p. 41-44, 2012.

PENAFORTE, G. S.; SANTOS, V. S. O Ensino de Química por meio de atividades experimentais: aplicação de um novo indicador natural de pH como alternativa no processo de construção do conhecimento no ensino de ácidos e bases. **Revista Educamazônia-Educação Sociedade e Meio Ambiente**, ano 7, v. XIII, n. 2, p. 8-21, 2014.

PEREIRA, A. S.; VITURINO, J. P.; ASSIS, A. O uso de indicadores naturais para abordar a experimentação investigativa problematizadora em aulas de Química. **Revista Educação Química em Punto de Vista**, v.

1, n. 2, p. 135-148, 2017.

QUEIROZ, D. L.; MARTINS, A. C.; FERNANDES, C. C. Determinação de pH: utilização de materiais alternativos para Ensino de Química. **Scientia Naturalis**, v. 1, n. 1, p. 51-59, 2019.

RODRIGUES, A. B.; RAMOS, I. R. S. **Utilização de indicadores naturais de pH: uma proposta para o Ensino de Química**. 2016. 49f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2016.

RODRIGUES, J. J. P.; LEMOS, R. G.; LIMA, R. A. O uso do extrato aquoso da casca do patauá (*oenocarpus bataua mart.*) como indicador natural ácido-base para o Ensino de Química. **Revista South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 6, n. 1, p. 184-199, 2019

ROSSI, A. V.; SHIMAMOTO, G. G. Antocianinas e gelo seco para visualizar equilíbrios ácido/base numa abordagem contextualizada. **Revista Educació Química**, n. 7, p. 31-36, 2010.

SANTOS, L. **Construção de um titulador alternativo e o uso de indicadores naturais para medidas de pH**. 2016. 161f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

SILVA, J. D.; SILVA, A. S. S.; ANTERO, R. V. P.; BORGES, E. C. L. Estudo da eficácia do extrato de repolho roxo como indicador ácido-base. **Revista Enciclopédia Biosfera**, n. 9, p. 1-4, 2009.

SKOOG, A. D.; HOLLER, F. J.; NIEMAN, T. A. **Princípios de Análise Instrumental**. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

SOUZA, A. C. J. **Papel indicador ácido-base a partir do extrato de frutos de *cordyline terminalis (L.) kunth*: uma proposta de Educação Ambiental para o Ensino Médio**. 2014. 101f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

TERCI, D. B. L.; ROSSI, A. V. Indicadores naturais de pH: usar papel ou solução? **Química Nova**, v. 25, n. 4, p. 664-668, 2002.

VASQUES, J. D.; SILVEIRA, C.V; REIS, P.R. Uso de indicador natural de pH como alternativa para o Ensino de Química na comunidade indígena do trovão, na região do alto rio negro. **Igapó-Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFAM**, v. 12, n. 1, p. 12-21, 2018.

YAMAGUCHI, K. K. L.; PERES, E. G.; SANTOS, E. M.; SILVA, M. F. Valorização regional e o ensino: o uso de açaí Amazônico (*Euterpe precatoria*) como indicador ácido-base. **Scientia Amazonia**, v. 9, n. 1, p. E1-E9, 2020.

YAMAGUCHI, K. K. L.; YAMAGUCHI, H. K. L. O açaí e o Ensino de Química: uma atividade de extensão no interior do Amazonas. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 6, n. 2, p. 82-96, 2020.