

Publicado em 09 de agosto de 2023
REVISTA SOCIEDADE CIENTÍFICA, VOLUME 6, NÚMERO 1, ANO 2023

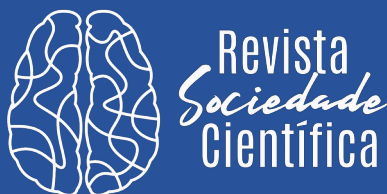
AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DO EXTRATO DA PALHA DE ESPIGAS DO MILHO DA VARIEDADE PALHA ROXA COMO INDICADOR NATURAL ÁCIDO-BASE

Richardson Alves Santos¹; Ester da Cunha Meira Santos²; Eduardo Santos Silva³; Vinicius Almeida Santos⁴; Rafael Maciel Sousa Prado⁵; Almir Ribeiro de Carvalho Junior⁶

^{1,2,3,4,5,6}IFBA, Vitória da Conquista - BA, Brasil
richardsonalves12@gmail.com¹
estercunha24@gmail.com²
eduardosantos.com.br1@gmail.com³
vinicius.as155@gmail.com⁴
rafaelmacielsk8@gmail.com⁵
almir.carvalho@ifba.edu.br⁶

RESUMO

Ao longo da história, formularam-se teorias para explicar os conceitos de ácido e base. No ensino de Química, a classificação mais difundida é atribuída a Arrhenius. Nela, ácidos são substâncias que em meio aquoso produzem íons H^+ e bases OH^- . A concentração de H^+ pode ser expressa como pH (0 a 14). Além de equipamentos, existem substâncias que revelam, por meio de reações, o caráter ácido-base de um composto, indicadores de pH, podendo ser sintéticos ou naturais. Das substâncias naturais (colorações variam com o pH), podem-se citar as antocianinas, presentes em flores, folhas, frutos, caules e sementes. Essas substâncias são responsáveis pelas cores rosa, vermelha, roxa; azul e preta. A utilização da palha de milho para a produção de indicador de pH se enquadrar nos princípios da Química Verde, pois aproveita um resíduo agrícola, reduz a dependência de matérias-primas não renováveis e minimiza os impactos ambientais associados. Para a produção do extrato da palha de milho, utilizou-se água destilada como solvente. As antocianinas foram identificadas através da reação



Publicado em 09 de agosto de 2023
REVISTA SOCIEDADE CIENTÍFICA, VOLUME 6, NÚMERO 1, ANO 2023

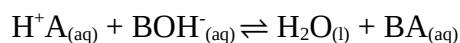
reversível em papel e da espectrofotometria UV-vis. O extrato aquoso, de fácil obtenção, apresentou bons resultados em relação às cores observadas na escala de pH.

Palavras-chave: *Milho Palha Roxa, Extração, Indicador Natural de pH, Química Verde.*

1 INTRODUÇÃO

Ao longo da história, diferentes teorias foram formuladas para explicar os conceitos de ácido e base. Os livros-texto de Química do ensino médio no Brasil, abordam a evolução das teorias ácido-base, como um processo contínuo, linear e acumulativo. Normalmente, limitam-se aos cientistas cujas linhas de pesquisa tiveram continuidade durante o século XX, especificamente, Johannes Nicolaus Brønsted (1879-1947), Thomas Martin Lowry (1874-1936) e Gilbert Newton Lewis (1875-1946). Entretanto, achar que uma teoria está interligada com as demais, sendo uma a expansão da outra é um equívoco, tendo em vista que os cientistas possuíam divergências quanto ao tema [1].

No ensino de Química, a classificação de ácidos e bases mais difundida atualmente é atribuída a Svante August Arrhenius (1859-1927), apesar de ele próprio nunca ter estabelecido uma definição do que era um ácido e uma base no sentido literal. Geralmente, os livros de Química mencionam que ácidos são substâncias que em meio aquoso produzem íons H^+ e bases são aquelas que produzem OH^- . A neutralização, por sua vez, é a reação entre estas duas espécies iônicas, produzindo um sal [2]. Em termos didáticos a expressão a seguir demonstra esse processo:



Além disso, S. A. Arrhenius acreditava que seu ponto de vista talvez não estivesse certo, sendo apenas uma hipótese útil de trabalho, já que naquele período as ideias eram discutidas no campo filosófico e era “impossível discernir qual teoria era a

mais adequada para explicar ampla e satisfatoriamente os fenômenos químicos estudados” [1].

Em soluções aquosas, a concentração de H^+ pode ser expressa em unidades de pH – potencial hidrogeniônico [3], onde:

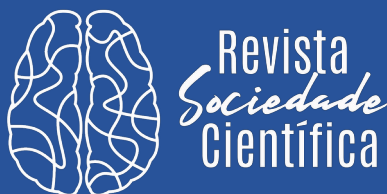
$$pH = -\log[H^+]$$

Além de equipamentos, existem substâncias químicas capazes de revelar, por meio de reações, se um composto possui caráter ácido ou básico, são os chamados indicadores químicos de pH. A utilização de indicadores de pH é uma prática bem antiga que foi introduzida no século XVII por Robert Boyle. Ele preparou um extrato de violeta e observou que este tornava-se vermelho em solução ácida e verde em solução alcalina. Além disso, percebeu que gotejando o extrato sobre uma folha de papel e, logo após, adicionando vinagre, o papel tornava-se vermelho. Assim foram obtidos os primeiros indicadores de pH em ambas as formas: solução e papel [4].

Foi somente no início do século XX que uma explicação para esse fenômeno foi proposta, quando Willstätter e Robinson “relacionaram as antocianinas como sendo os pigmentos responsáveis pela coloração de diversas flores e que seus extratos apresentavam cores que variavam em função da acidez ou alcalinidade do meio” [4].

As antocianinas são pigmentos naturais de plantas, solúveis em água e pertencentes à classe de compostos fenólicos conhecidos como flavonoides. Esses compostos, assim como indicadores de pH comerciais, possuem colorações diferentes para a sua forma ácida (HIn) e básica (In^-) [...] [5].

A utilização desses extratos naturais indicadores de pH pode ser explorada didaticamente como uma importante ferramenta para fortalecer a articulação entre a teoria e a prática. O experimento didático privilegia o caráter investigativo, favorece a compreensão conceitual da disciplina e permite que os estudantes manipulem objetos e ideias, desta forma, possibilita aprender tanto com erros quanto com os acertos [6].



Neste trabalho é apresentado um estudo de avaliação do uso do extrato aquoso da palha de espigas do milho da variedade Palha Roxa, como indicador natural ácido-base. Os experimentos realizados, em geral, foram simples e de baixo custo, não sendo necessária a infraestrutura de um laboratório para replicação da maior parte das práticas. Além disso, conteúdos químicos importantes podem ser trabalhados de maneira contextualizada com as atividades experimentais descritas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS E PRODUÇÃO DE INDICADORES QUÍMICOS NATURAIS DE pH

A Química Verde, também conhecida como Química Sustentável, é caracterizada pela criação, desenvolvimento e emprego de produtos e processos químicos com o objetivo de minimizar ou eliminar a utilização e a produção de substâncias prejudiciais. Nesse contexto, o aproveitamento de resíduos e a utilização de matérias-primas renováveis têm ganhado destaque, proporcionando avanços significativos em processos mais eficientes, seguros e sustentáveis [7].

A palha de milho, geralmente considerada um subproduto agrícola, é uma fonte abundante e renovável de biomassa. Dentre os componentes da palha de milho da variedade Palha Roxa, destacam-se as antocianinas, que são pigmentos naturais responsáveis pelas cores em plantas que vão desde as tonalidades claras; rosa e vermelha, até tonalidades escuras; roxa, azul e preta. Essas substâncias podem ser extraídas e utilizadas como indicadores de pH, oferecendo uma alternativa sustentável aos indicadores sintéticos [8].

A utilização da palha de milho em estudo para a produção de indicadores químicos naturais se enquadra nesse conceito, pois aproveita um resíduo agrícola, reduzindo a dependência de matérias-primas não renováveis e minimizando os impactos ambientais associados.

2.2 CLASSES DE METABÓLITOS DAS ANTOCIANINAS

Todos os organismos vivos necessitam sintetizar e converter muitos compostos orgânicos para viver, crescer e se reproduzir. Isto é possível graças a uma rede de reações químicas mediadas por enzimas, chamadas de vias metabólicas. Os organismos vivos variam muito em sua capacidade de sintetizar e transformar produtos químicos. No entanto, as vias para modificar e sintetizar carboidratos, proteínas, gorduras e ácidos nucleicos são essencialmente as mesmas em todos os seres vivos, exceto variações. Esses processos são chamados de metabolismo primário, e os compostos envolvidos nessas vias são conhecidos como metabólitos primários [9].

Em contrapartida, existem metabólitos que são encontrados apenas em organismos ou grupos de organismos específicos e refletem a individualidade da espécie, são os chamados metabólitos secundários. Nas plantas, temos como exemplo os compostos fenólicos, que atuam por exemplo na produção de toxinas fornecendo defesa contra predadores, na liberação de atrativos/repelentes voláteis (perfumes e odores), ou como coloração para atrair ou alertar outras espécies [9].

Os compostos fenólicos compreendem estruturalmente um anel aromático, contendo um ou mais substituintes hidroxila, e variam de moléculas fenólicas simples a moléculas altamente polimerizadas [10]. Podem ser classificados segundo o tipo do esqueleto principal, conforme representado no quadro 1, em que C₆ corresponde ao anel aromático.

Quadro 1 - Classes de compostos fenólicos em plantas

Classe	Estrutura
Fenólicos simples, benzoquinonas	C ₆
Ácidos hidroxibenzóicos	C ₆ -C ₁
Acetofenol, ácidos fenilacéticos	C ₆ -C ₂
Ácidos hidroxinâmicos, fenilpropanóides	C ₆ -C ₃
Nafitoquinonas	C ₆ -C ₄
Xantonas	C ₆ -C ₁ -C ₆

Estilbenos, antoquinonas	$C_6-C_2-C_6$
Flavonóides, isoflavonóides	$C_6-C_3-C_6$
Lignanas, neolignanas	$(C_6-C_3)_2$
Biflavonóides	$(C_6-C_3-C_6)_2$
Ligninas	$(C_6-C_3)_n$
Taninos Condensados	$(C_6-C_3-C_6)_n$

A classe dos flavonoides representa o maior e mais amplo grupo de compostos fenólicos. A maioria das substâncias desse grupo, possui massa molecular relativamente baixa e são solúveis de acordo com sua polaridade e estrutura química [11]. São encontrados nas partes aéreas das plantas de diferentes ecossistemas. Quimicamente, estão ligados a açúcares como glicosídeos e são bastante estáveis, pois resistem a oxidação, altas temperaturas e variações de acidez [12].

A estrutura básica destes compostos, consiste em 15 átomos de carbono, arrançados em dois anéis aromáticos [A e B], e interligados a uma estrutura heterocíclica central [anel C] [13], conforme pode ser visualizado na Figura 1.

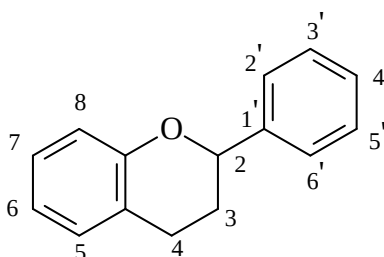


Figura 1- Estrutura básica dos flavonoides.

Existem diferentes tipos de flavonoides, e essa diversidade é fruto de pequenas modificações químicas na estrutura básica destes compostos, a partir de processos como: hidrogenações, hidroxilações, metilações, malonilações, sulfatações e glicosilações [14]. As principais classes e características dos flavonoides estão descritas no Quadro 2.

Quadro 1 - Principais subclasses e características dos flavonoides

Subclasses de Flavonoides	Ligação do anel B ao anel C	Grupos Funcionais no anel C	Exemplos	Presença nos alimentos
<i>Flavonóis</i>	2	3 - Hidroxi 4 - Oxo	Quercetina Miracetina Rutina Campferol	Vegetais, maioria dos frutos
<i>Flavonas</i>	2	4 - Oxo	Luteolina Apigenina	Especiarias, cereais, frutos
<i>Flavanonas</i>	2	4 - Oxo	Hesperidina Naringenina	Frutos cítricos
<i>Flavanas</i>	2	3 - Hidroxi	Catequina Epicatequina Teaflavina	Chás, uva e vinho tinto
<i>Isoflavonoides</i>	3	4 - Oxo	Daidzeína Genisteína	Maioria dos legumes
<i>Antocianidinas</i>	2	3 - Hidroxi	Cianidina Delfinidina Peonidina	Frutos vermelhos

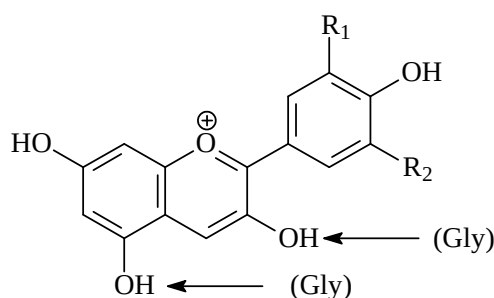
Fonte: adaptado de [15].

Dentre os flavonoides, as antocianidinas são o grupo mais comum e abundante. Seus produtos glicosilados, as antocianinas, são pigmentos naturais solúveis em água, que podem ser encontrados em flores, folhas, frutos, caules e sementes de muitas plantas [16]. Além disso, são responsáveis pelas cores vermelha, azul e roxa desses tecidos vegetais [17]. Nas plantas, as antocianinas protegem contra a ação da luz, são antioxidantes, atuam no mecanismo de defesa e nas funções biológicas. Suas cores vivas e intensas são importantes em vários mecanismos reprodutores, como a polinização e a dispersão de sementes [18].

2.3 ESTRUTURA QUÍMICA DAS ANTOCIANIDINAS E ANTOCIANINAS

Derivadas do cátion flavilium, as antocianidinas possuem grupos hidroxila adicionais nas posições 3, 5, 7 e 4' (Figura 2). Quando as antocianidinas sofrem glicosilação (Gly) elas dão origem as antocianinas. A glicosilação refere-se às reações nas quais as hidroxilas (OH) das antocianidinas são parcial ou totalmente substituídas

por açúcares, sendo os mais comuns: glicose; galactose; arabinose; xilose; ramnose ou dissacarídeos formados por esses açúcares. Em teoria, todas as OH das antocianidinas podem ser glicosiladas, no entanto, com algumas exceções, são sempre glicosiladas no C₃-OH, ou C₃ e C₅-OH [19].



Pelargonidina:	R ₁ = H	R ₂ = H
Cianidina:	R ₁ = OH	R ₂ = H
Delfinidina:	R ₁ = OH	R ₂ = OH
Peonidina:	R ₁ = OCH ₃	R ₂ = H
Petunidina:	R ₁ = OCH ₃	R ₂ = OH
Malvidina:	R ₁ = OCH ₃	R ₂ = OCH ₃

Figura 2 - Estrutura do cátion Flaviúium e principais antocianidinas. Fonte: adaptado de [16] e [17].

Existem seis antocianidinas comuns: Pelargonidina; Cianidina; Delfinidina; Peonidina; Petunidina e Malvidina. Todas as antocianinas conhecidas são derivadas de uma dessas seis estruturas básicas e diferem apenas no número de substituintes hidroxila e/ou metoxi no anel B [17].

As antocianinas possuem insaturações e grupos facilmente oxidáveis, o que leva a suas propriedades extremamente instáveis. Fatores externos, como pH, temperatura e concentração de O₂, afetam a degradação das antocianinas. Além disso, fatores estruturais, como número e posição dos grupos hidroxila; grau de glicosilação, metilação e acilação, também afetam a estabilidade das antocianinas [16].

2.4 COMPORTAMENTO DAS ANTOCIANINAS FRENTE A VARIAÇÃO DE pH

A cor das antocianidinas difere com o número de hidroxilas ligadas em suas moléculas, especialmente aquelas contidas no anel B do cátion *flavilium*, como demonstra a figura 3 [20].

Quando em solução, as antocianidinas apresentam diferentes estruturas e cores em função do pH do meio, podendo ser usadas como indicadores ácido-base [21]. A Figura 3 ilustra as diferentes estruturas das antocianinas em função do pH. Em meio ácido, $\text{pH} < 3$, a estrutura básica da antocianina representada pelo cátion *flavilium*, apresenta coloração vermelha. À medida que o pH aumenta em torno de 6, o cátion perde um próton e sofre hidratação, dando origem a pseudobase ou carbinol que é incolor. Para $\text{pH} > 6$, o cátion perde prótons, formando a anidrobases de cor violeta, que em seguida, em $\text{pH} > 9$ assume a cor azul. Além disso, para valores de pH acima de 12, ocorre a quebra do anel de pirano e a formação das chalconas de coloração amarela [22].

Uma característica importante das antocianinas é que, em razão de sua estrutura ressonante (deslocalização eletrônica), elas são capazes de absorver radiação do espectro ultravioleta até o visível [23]. Em moléculas orgânicas, como as antocianinas, os sistemas conjugados que absorvem energia na faixa do visível são chamados de cromóforos, e fatores como a variação de pH e presença de grupos auxocromos que alteram o comprimento de onda absorvido pelos cromóforos, são responsáveis pela variedade de cores das antocianinas [24]. O aumento de pH do meio reduz o número de ligações duplas, deslocando os máximos de absorção para menores comprimentos de onda, ocasionando a perda de coloração da solução [25].

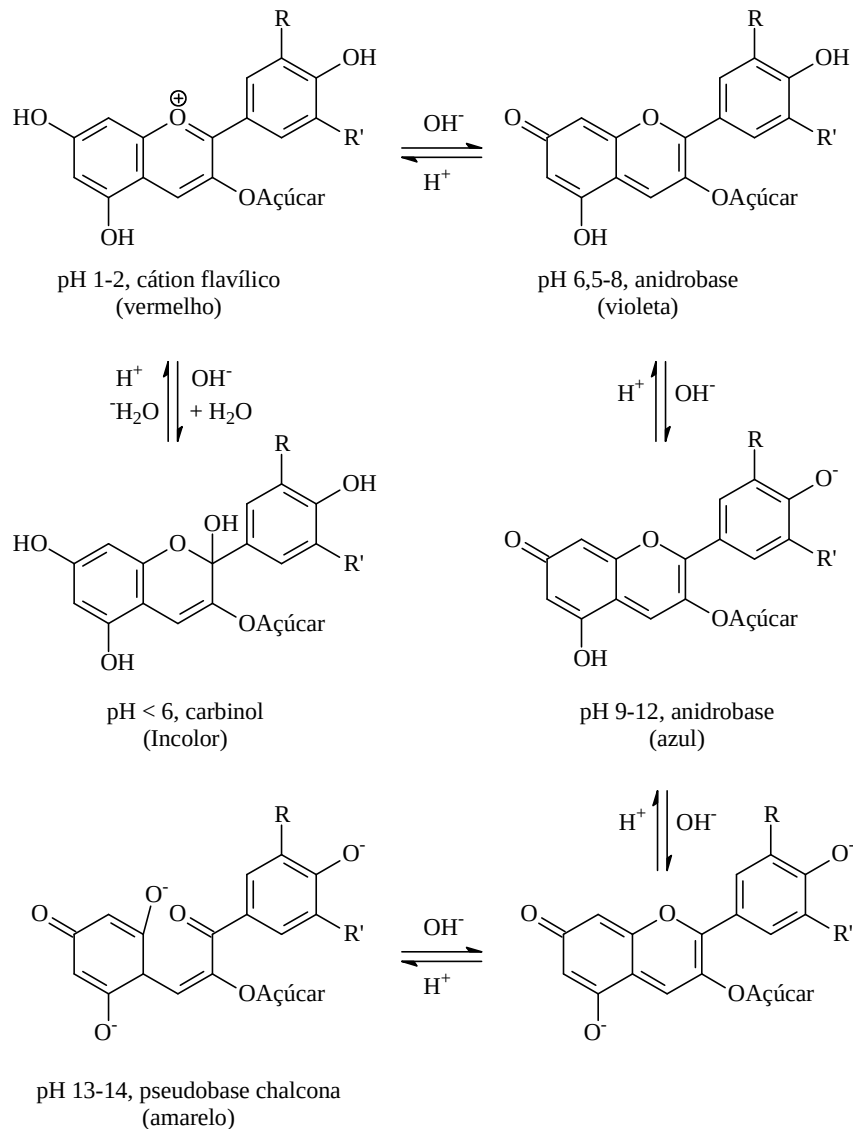
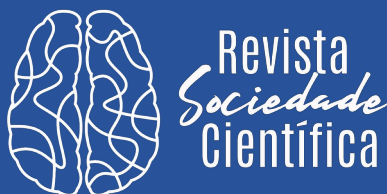


Figura 3 - Estrutura das antocianinas em função do pH.

3.5 O MILHO PALHA ROXA COMO FONTE DE ANTOCIANINAS

O milho (*Zea mays L.*) é uma planta doméstica, originária do México, que evoluiu sob influência humana, de uma ou mais variedades de teosinto selvagem a aproximadamente 9.000 anos [A. P.] [26]. O Brasil é o terceiro maior produtor de milho no mundo, com uma produção estimada em 124,67 milhões de toneladas na safra 2022/23, segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento [27].



Dentre as espécies cultivadas, o milho possui uma das maiores variabilidades genéticas conhecidas, tendo aproximadamente 400 raças identificadas no mundo e milhares de variedades dentro de cada raça [28], sendo que todas as variedades de milho existentes pertencem a espécie *Zea mays L.* [29]. No Banco Ativo de Germoplasma de Milho do Brasil (BAG Milho), plataforma mantida pelo Centro Nacional de Recursos Genéticos (CENARGEN) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), e contida no Portal Alelo Recursos Genéticos, constam cerca de 4.080 variedades de milho cadastradas [30].

Nos últimos anos, constata-se uma predominância da utilização de variedades de milho híbridas ou transgênicas por parte dos produtores no Brasil, devido ao melhor custo-benefício [31], o que põe em risco a variabilidade genética das variedades locais/crioulas [32].

Segundo a Lei nº 10.711 de 5 de agosto de 2003, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças (SNSM), variedade local, tradicional ou crioula é toda “[...] variedade desenvolvida, adaptada ou produzida por agricultores familiares, assentados da reforma agrária ou indígenas, com características fenotípicas bem determinadas e reconhecidas pelas respectivas comunidades [...]” [33].

Uma dessas variedades crioulas é o milho Palha Roxa. Diferentemente do milho comercial que apresenta a palha das espigas na cor verde, o milho Palha Roxa tem suas palhas na cor roxa, como mostra a Figura 4.



Figura 4 – Espiga de milho da variedade Palha Roxa. Fonte: autores.

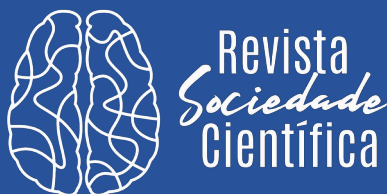
Sabe-se que a cor roxa é um forte indício da presença de antocianinas em uma planta. Desta forma, este trabalho visa avaliar a utilização do extrato da palha das espigas do milho Palha Roxa como indicador natural ácido-base, tendo em vista que esta parte da planta é geralmente descartada após a colheita.

3 METODOLOGIA

3.1 OBTENÇÃO DO EXTRATO AQUOSO

A qualidade e a composição final dos extratos de produtos naturais são diretamente influenciadas pela técnica de extração utilizada na obtenção desses produtos. O procedimento de extração é determinado pela classe de compostos que se deseja extrair e pelos objetivos da análise, que podem ser quantitativos ou qualitativos [34].

Nesta extração empregou-se a técnica de extração por decocção, utilizando a água destilada como solvente. A proporção amostra/solvente foi de 1:10 (m/v), sendo realizada durante 2 horas a temperatura de 40°C.



Inicialmente foram pesados, utilizando uma balança analítica, aproximadamente 20g do triturado de palha de milho em um Becker de 250 mL. Posteriormente, mediu-se em uma proveta 200 mL de água destilada. Logo após, o solvente e o triturado foram transferidos para um balão de fundo redondo de 500 mL e misturados. O recipiente foi colocado em uma manta térmica e a temperatura foi regulada em 40°C, sendo monitorada constantemente com um termômetro. Após 2 horas, a mistura foi filtrada em um sistema contendo funil de Buchner, papel de filtro e bomba de vácuo. Em seguida, foi medido o pH do extrato com o auxílio de um pHmetro e constatado o valor de 4,76. Logo após, o extrato foi transferido para um frasco de vidro âmbar, etiquetado e acondicionado na geladeira para conservação e utilização nas etapas seguintes.

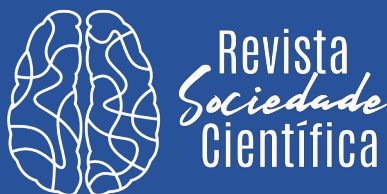
3.2.1 IDENTIFICAÇÃO DE ANTOCIANINAS UTILIZANDO REAÇÃO REVERSÍVEL EM PAPEL

Para realização desta técnica foram necessários dois pequenos papeis de filtro, recortados em formato retangular. Em ambos, utilizando uma pipeta Pasteur aplicou-se uma gota do extrato. Um dos papeis contendo a mancha do extrato foi a referência para a análise (A) e o outro foi exposto às transformações químicas (B). A comparação entre a mancha de referência e aquela utilizada nas reações, possibilitará a validação da técnica.

Segurou-se o papel B com uma pinça e o levou até a capela de exaustão, expondo-o a vapores de amônia. Logo após, o papel B foi novamente levado à capela de exaustão, entretanto, desta vez foi exposto a vapores de ácido clorídrico.

3.2.2 IDENTIFICAÇÃO DE ANTOCIANINAS UTILIZANDO ESPECTROFOTOMETRIA

Para realização desta técnica, foram necessários 15 tubos de ensaio contendo soluções com pH de 0 a 14, que foram misturadas com o extrato aquoso de palha de milho. A proporção da mistura foi de 0,5 mL de extrato para 5 mL de solução.



Entretanto, essa mistura mostrou-se muito concentrada para este tipo de análise, sendo necessário realizar uma diluição 1:10.

Posteriormente, iniciou-se a análise das amostras utilizando o espectrofotômetro da marca Instrutherm. As análises foram feitas de forma individual em cada uma das soluções da faixa de pH, e a varredura dos comprimentos de onda foi realizada no intervalo de 400 a 700 nm.

3.3 TESTES DOS EXTRATOS EM DIFERENTES FAIXAS DE pH

Para a realização dos testes, optou-se em fazer uma adaptação no planejamento experimental de [4]. Dessa forma, foram escolhidas 15 soluções incolores com valores de pH entre 0 e 14. As soluções foram organizadas em ordem crescente de pH em tubos de ensaio contendo 10 mL de solução cada. 0,5 mL do extrato aquoso foi adicionado a cada tubo de ensaio e homogeneizado com agitador vórtex.

4 DESENVOLVIMENTO E DISCUSSÃO

O extrato aquoso da palha de milho apresentou um aspecto característico da presença de antocianinas (coloração roxa). Através do experimento de identificação com cromatografia em papel, foi possível constatar a presença desta classe de metabólitos. Neste ensaio, uma gota do extrato foi adicionada a um pedaço de papel utilizado como referência (A), assim como no segundo papel (B). O papel B quando foi exposto a vapores de amônio mudou de coloração, como pode ser observado na Figura 5.

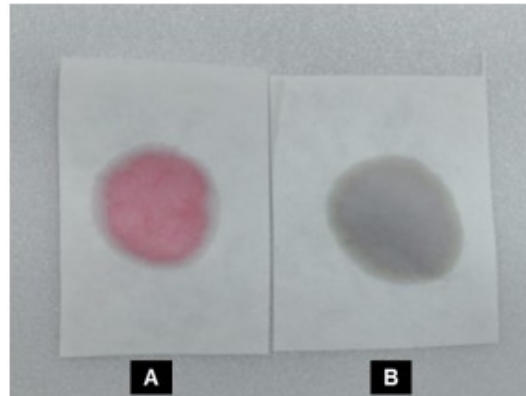


Figura 5 - Mancha de referência (A) x mancha exposta a vapores de amônia (B). Fonte: autores.

Posteriormente, o papel B foi exposto a vapores de HCl e observou-se que a coloração mudou de azul para vermelho, retornando a cor inicial (Figura 6). A reversibilidade constatada neste experimento é característica da presença de antocianinas.

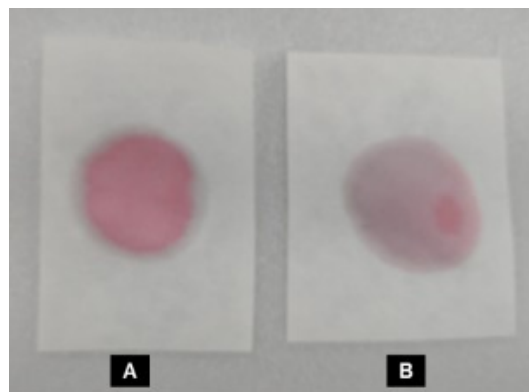


Figura 6 - Mancha de referência (A) x mancha B (Figura 5) exposta a vapores de HCl. Fonte: autores.

A identificação espectrofotométrica das antocianinas é baseada nos máximos de absorção que podem ser monitorados na região do visível. Neste experimento, o monitoramento ocorreu na região entre 400 e 700 nm, para as soluções com pH de 0 a 14. Os dados obtidos neste experimento foram plotados em gráficos e são apresentados nas Figuras 7 e 8.

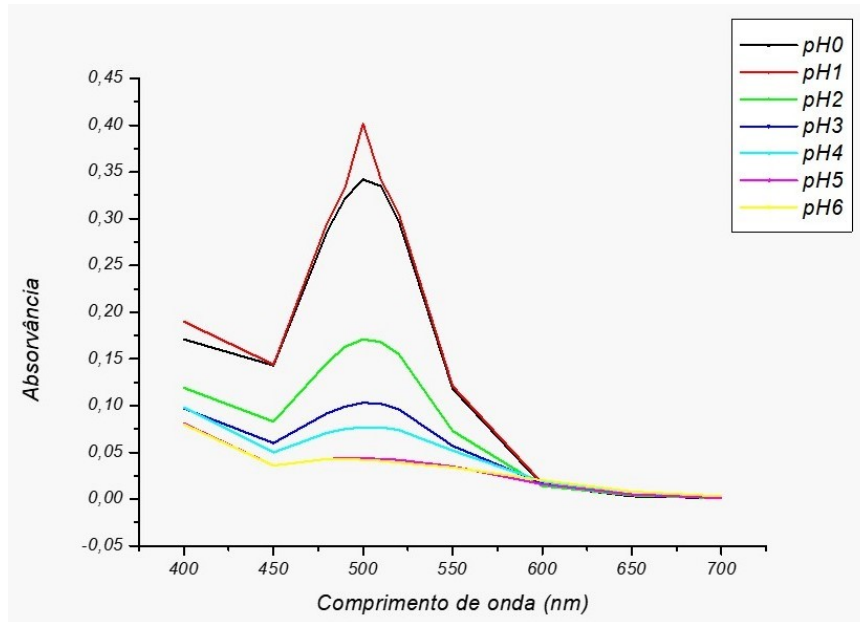


Figura 7 - Absorvância x comprimento de onda nas faixas de pH de 0 a 6. Fonte: autores.

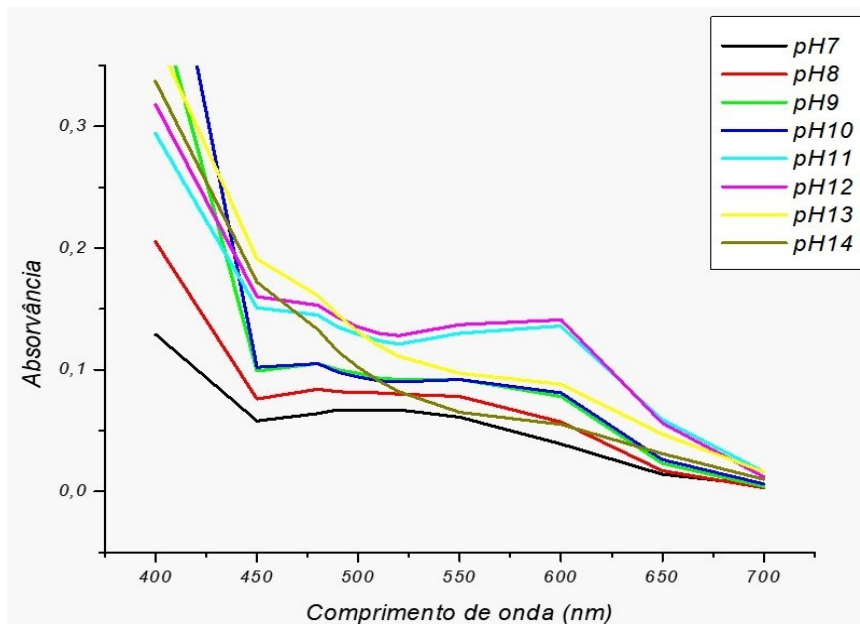


Figura 8 - Absorvância x comprimento de onda nas faixas de pH de 7 a 14. Fonte: autores.

A partir do gráfico da Figura 7, em meio ácido, foi possível observar os máximos de absorção na região de 500 nm. Já no gráfico da Figura 8, com o aumento

do pH, observa-se o surgimento de uma nova banda na região de 600 nm. Isso pode ser explicado pela presença do cátion *flavilium* e da base quinoidal respectivamente. [35]. Esse comportamento gráfico comprova a presença de antocianinas no extrato analisado.

O teste para confecção da escala de pH consistiu em utilizar 10 mL de soluções incolores de tampões com pH de 0 a 14, Figura 9.

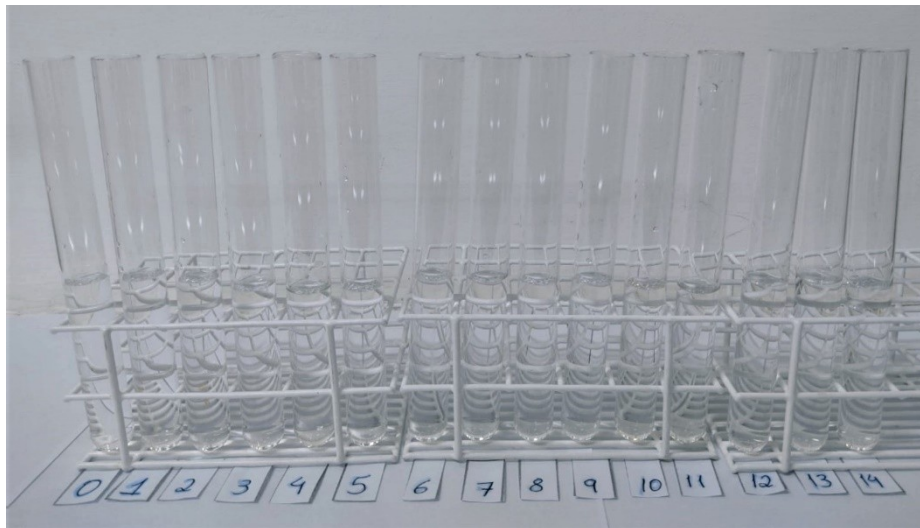


Figura 9 – Soluções com pH de 0 a 14. Fonte: autores

Posteriormente, adicionou-se 0,5 mL do extrato aquoso a cada tubo, observando diferentes colorações (Figura 10).

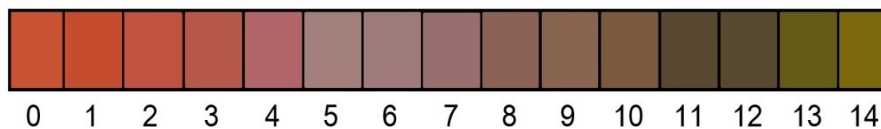
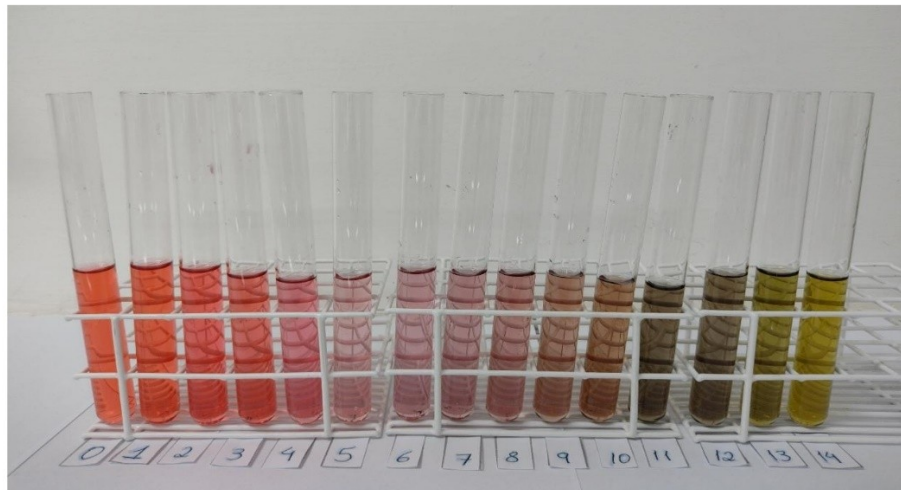
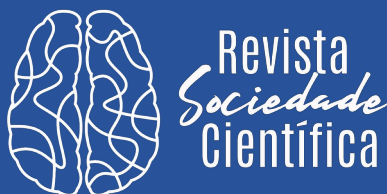


Figura 10 – Soluções com pH de 0 a 14, após adição do extrato. Fonte: autores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, avaliou-se o potencial uso de extrato aquoso de palha de milho, da variedade Palha Roxa como indicador natural de pH. A utilização de água destilada como solvente no processo foi satisfatória para extração das antocianinas presentes no material, pois ambas apresentam características similares em relação à polaridade.

As técnicas utilizadas para a identificação das antocianinas foram relativamente simples e ambas (reação reversível em papel e espectrofotometria UV-vis) geraram informações que possibilitaram inferir a presença destes metabólitos secundários nas amostras. O extrato foi testado em diferentes pHs, apresentando cores distintas, mostrando que o extrato pode ser utilizado em substâncias com diferentes caracteres ácido-base.



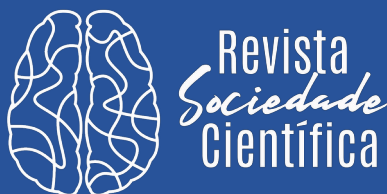
Publicado em 09 de agosto de 2023

REVISTA SOCIEDADE CIENTÍFICA, VOLUME 6, NÚMERO 1, ANO 2023

Por fim, pode-se inferir que este trabalho se insere no contexto da química verde, que consiste numa abordagem que busca desenvolver processos químicos sustentáveis, com menor impacto ambiental e maior eficiência. Nessa lógica, por meio desta pesquisa foi possível obter resultados relevantes que podem contribuir com a compreensão do conceito de ácidos e bases.

5 REFERÊNCIAS

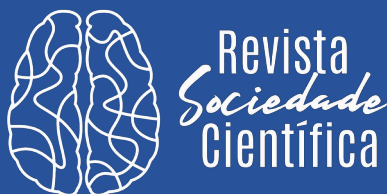
- [1] SOUZA, F. M.; ARICÓ, E. M. Teorias ácido-base no século XX e uma análise reflexiva do trabalho científico. *Educacion Quimica*, v. 28, n. 4, p. 211–216, 1 out. 2017.
- [2] HERBST, M. A definição ácido-base de Arrhenius dos livros-textos de química: a história de um obstáculo epistemológico e suas consequências para o ensino-aprendizagem. *História da Ciência e Ensino*. V. 25, p. 19-30, 2022.
- [3] LEE, J. D. *Química Inorgânica não tão concisa*. 5. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1999.
- [4] TERCI, D. B. L.; ROSSI, A. V. Indicadores naturais de pH: usar papel ou solução?. *Química Nova*, v. 25, n. 4, p. 684-688, 2002.
- [5] NUNES, C. N.; JANSEN, A. B.; QUINÁIA, S. P. Otimização da extração de antocianinas presentes no feijão preto e impregnação do extrato em matriz polimérica natural para uso como indicador de pH. *Química Nova*, v. 45, n. 1, p. 113–120, 2022.
- [6] FARIAS, C. S.; BASAGLIA, A. M.; ZIMMERMANN, A. A importância das atividades experimentais no Ensino de Química. 1º CPEQUI – 1º Congresso Paranaense de Educação Em Química, Londrina, 2009.
- [7] ALMEIDA, Q. A. R.; SILVA, B. B.; SILVA, G. A. L.; GOMES, S. S.; GOMES, T. N. C. Química Verde nos cursos de Licenciatura em Química do Brasil: Mapeamento e importância na prática docente. *Amazônia, Revista de Educação em Ciências e Matemática*, v.15, n. 34, p.178-18, 2019. ISSN 2317-5125



Publicado em 09 de agosto de 2023

REVISTA SOCIEDADE CIENTÍFICA, VOLUME 6, NÚMERO 1, ANO 2023

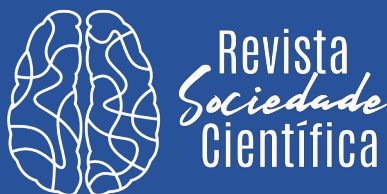
- [8] GAMARRA, F. M. C.; LEME, G. C.; TAMBOURGI, E. B.; BITTENCOURT, E.; Extração de corantes de milho (*Zea mays* L.). *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 2009. ISSN 0101-2061
- [9] DEWICK, P. M. *Medicinal natural products: a biosynthetic approach*. 2nd ed. John Wiley & Sons Ltd, 2002. ISBN 0471496405 (cased) – ISBN 047149641 3 (pbk.)
- [10] BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, v. 99, n. 1, p. 191–203, 2006.
- [11] BRAVO, L. Polyphenols: Chemistry, Dietary Sources, Metabolism, and Nutritional Significance. *Nutrition Reviews*, v. 56, n. 11, p. 317-333. 1998.
- [12] SILVA, L. R.; MARTINS, L. V.; CALOU, L. B. F.; DE DEUS, M. S. M.; FERREIRA, P. M. P.; PERON, A. P. Flavonóides: constituição química, ações medicinais e potencial. *Acta Toxicol. Argent*, p.36-43, 2015.
- [13] DORNAS, W. C; OLIVEIRA T. T; RODRIGUES-DAS-DORES, R. G; SANTOS, A. F; NAGEM, T. J. Flavonóides: potencial terapêutico no estresse oxidativo. *Rev. Ciênc. Farm. Básica Apl.*, v. 28, n.3, p. 241- 249, 2007. ISSN 1808-4532
- [14] MACHADO, H.; NAGEM, T. J.; PETERS, V. M.; FONSECA, C. S.; OLIVEIRA, T. T. Flavonóides e seu potencial terapêutico. *Boletim do Centro de Biologia da Reprodução, Juiz de Fora*, v. 27, n. 1/2, p. 33-39, 2008.
- [15] FLAMBÓ, D. F. A. L. P. *Atividades Biológicas dos Flavonóides: Atividade Antimicrobiana*. UFP. Porto, 2013. Disponível em: <https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/3979/1/Projeto%20final.pdf>. Acesso em 25 de setembro de 2022.
- [16] TAN, J.; HAN, Y.; HAN, B.; QI, X.; CAI, X.; GE, S.; XUE, H. Extraction and purification of anthocyanins: A review. *Journal of Agriculture and Food Research*, v. 8, 1 jun. 2022.



Publicado em 09 de agosto de 2023

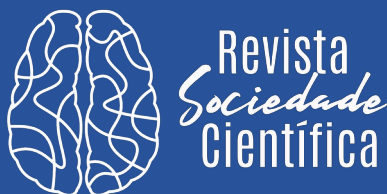
REVISTA SOCIEDADE CIENTÍFICA, VOLUME 6, NÚMERO 1, ANO 2023

- [17] SILVA, V. O; FREITAS, A. A.; MAÇANITA, A. L.; QUINA, F. H. Chemistry and photochemistry of natural plant pigments: the anthocyanins. *Journal of Physical Organic Chemistry*, v. 29, n. 11, p. 594–599, 1 nov. 2016.
- [18] LOPES, T. J.; XAVIER, M. S.; QUADRI, M. G. N.; QUADRI, M. B. Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. *R. Bras. Agrocência, Pelotas*, v. 13, n. 3, p. 291-297, 2007.
- [19] ZHAO, C. L; CHEN, Z. J.; BAI, X. S.; DING, C.; LONG, T. J.; WEI, F. G. Structure-activity relationships of anthocyanidin glycosylation. *Mols Divers*, 2014.
- [20] ANANGA, A.; GEORGIEV, V.; OCHIENG, J.; PHILLS, B.; TSOLOVA, V. Production of Anthocyanins in Grape Cell Cultures: A Potencial Source of Raw Material for Pharmaceutical, Food, and Cosmetical Industries. In: POLJUHA, D.; SLADONJA, B. *The Mediterranean Genetic Code – Grapevine and olive*. Tallahassee, FL: InTech, 2013. cap. 11. Disponível em: <http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/44143.pdf>. DOI: 10.5772/54592
- [21] MAZZINI, L. F. M. Avaliação espectroquímica do ambiente químico de antocianinas naturais. UFV. Dissertação de Mestrado. Viçosa-MG, 2020.
- [22] ALBARICI, T. R.; PESSOA, J. D. C.; FORIM, M. R. Efeito das variações de pH e temperatura sobre as antocianinas na polpa de açaí – estudos espectrométricos e cromatográficos. EMBRAPA. Comunicado Técnico 78, São Carlos – SP, 2006. ISSN 1517-4786.
- [23] ARRUDA, M. R. E.; BARBOSA, E. K. S.; DA SILVA, C. F.; VINHAS, G. M. Avaliação de extratos de antocianinas como indicadores de pH obtidos por diferentes métodos. *Brazilian Journal of Food Research. Campo Mourão*, v. 10, n. 3, p. 87-100, 2019. ISSN 2448-3184.
- [24] MARTINS, G. B. C.; SUCUPIRA, R. R.; SUAREZ, P. A. Z. A Química e as cores. *Revista Virtual de Química*, v. 7, n. 4, p. 1508-1534, 2015. ISSN 1984-6835



Publicado em 09 de agosto de 2023
REVISTA SOCIEDADE CIENTÍFICA, VOLUME 6, NÚMERO 1, ANO 2023

- [25] SILVA, C. F.; FREITAS, V. W. C.; DE ARRUDA, N. C. G.; BARBOSA, E. K. S.; DE ARRUDA, M. R. E.; VINHAS, G. M. Avaliação do uso de extratos de antocianinas obtidos a partir de uvas Isabel como indicadores de pH. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*. v. 13, n. 2, p. 2932-2946, 2019. ISSN 1981-3686.
- [26] KISTLER, L.; MAEZUMI, S. Y.; DE SOUZA, J. G.; PRZELOMSKA, N. A. S.; COSTA, F. M.; SMITH, O.; LOISELLE, H.; RAMOS-MADRIGAL, J.; WALES, N.; RIBEIRO, E. R.; MORRISON, R. R.; GRIMALDO, C.; PROUS, A. P.; ARRIAZA, B.; GILBERT, M. T. P.; FREITAS, F. O.; ALLABY, R. G. Multiproxy evidence highlights a complex evolutionary legacy of maize in South America. *Science* 362, p. 1309-1313, 2018. DOI: 10.1126/science.aav0207
- [27] CONAB. Conjunturas da Agropecuária. CONAB, 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-de-conjunturas-de-milho/item/20163-milho-conjuntura-semanal-13-03-2023>. Acesso em 16 de março de 2023.
- [28] ELTETO, Y. M. As sementes crioulas e as estratégias de conservação da agrobiodiversidade. UFV. Viçosa – MG, 2019.
- [29] MAGALÃES, P. C.; DE SOUZA, T. C. Cultivo do Milho: Ecofisiologia. EMBRAPA MILHO E SORGO, 2015. Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao1f6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7905&p_r_p_-996514994_topicoId=8662. Acesso em 20 de março de 2023.
- [30] PORTAL ALELO. Banco Ativo de Germoplasma de Milho (BAG Milho). EMBRAPA. Disponível em: <https://av.cenargen.embrapa.br/avconsulta/Passaporte/detalhesBanco.do?idb=73#retorno>. Acesso em 16 de março de 2023.



Publicado em 09 de agosto de 2023

REVISTA SOCIEDADE CIENTÍFICA, VOLUME 6, NÚMERO 1, ANO 2023

- [31] FILHO, I. A. P.; BORGHI, E. Sementes de Milho no Brasil – A Dominância dos Transgênicos. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2018. ISSN 1518-4277; 223.
- [32] JUNIOR, B. B. A; MELO, A. E.; MATIAS, J. N. R.; FONTES, M. A. Avaliação de variedades crioulas de milho para produção orgânica no semiárido potiguar. HOLOS, Ano 31, v. 3, 2015. DOI: 10.15628/holos.2015.2277
- [33] BRASIL. Lei Nº 10.711 de 05 de agosto de 2003. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2003.
- [34] OLIVEIRA, D. A. Caracterização fitoquímica e biológica de extratos obtidos de bagaço de uva (*Vitis vinifera*) das variedades Merlot e Syrah. 103f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2010.
- [35] SILVA, C. P. Complexos de Inclusão de Antocianinas e Análogos Sintéticos de Antocianinas. 80f. Dissertação (Mestrado em Ciências – Química) – Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2015.