

Extração de corantes dos frutos de tucumã (*Astrocaryum tucuma*) e açaí (*Euterpe oleracea*) para aplicação em tingimento de tecido de algodão

Extraction of dyes from tucumã (*Astrocaryum tucuma*) and açaí (*Euterpe oleracea*) fruits for application in cotton fabric dyeing.

Extracción de colorantes de los frutos de tucumã (*Astrocaryum tucuma*) y açaí (*Euterpe oleracea*) para aplicación en el teñido de tejidos de algodón.

Thiago Aluisio Maciel Pereira ¹
Adaiane Spinelli²

Resumo: Os corantes naturais são usados desde a pré-história e podem substituir os sintéticos que são impactantes ao meio ambiente. O açaí e o tucumã são frutos em abundância no Estado de Rondônia sendo fonte de corantes naturais. Neste contexto, o projeto avaliou o uso dos corantes para tingir tecidos de algodão. No tingimento, foi avaliado tempo de banho e mordente, os corantes foram caracterizados por espectroscopia e o tingimento com o sistema de cores LAB. Os resultados ilustram que os corantes tingiram os tecidos uniformemente e dependem do mordente e tempo de tingimento. A acetona foi o melhor solvente extrator.

Palavras-chave: Corantes Naturais. Tecido. Algodão. Tingimento.

Abstract: Natural dyes have been used since prehistoric times and can replace synthetic ones, which have a detrimental impact on the environment. Açaí and tucumã are abundant fruits in the state of Rondônia, serving as sources of natural dyes. In this context, the project evaluated the use of these dyes to dye cotton fabrics. During the dyeing process, immersion time and mordant were assessed, the dyes were characterized by spectroscopy, and the dyeing was conducted using the LAB color system. The results illustrate that the dyes uniformly colored the fabrics and depended on the mordant and dyeing time. Acetone was found to be the best extracting solvent.

Keywords: Natural Dyes. Cotton Fabric. Dyeing.

Resumen: Los tintes naturales, usados desde la prehistoria, pueden reemplazar a los sintéticos, perjudiciales para el medio ambiente. El açaí y el tucumã, abundantes en Rondônia, son fuentes de tintes naturales. Este proyecto evaluó su uso en tejidos de algodón, considerando tiempo de inmersión y mordente. Los tintes se caracterizaron por espectroscopia y mediante el sistema de colores LAB. Los resultados muestran que los tintes tiñeron los tejidos uniformemente, dependiendo del mordente y tiempo de teñido. La acetona resultó ser el mejor solvente.

Palabras-clave: Tintes Naturales. Tejido de Algodón. Teñido.

Submetido 26/04/2023

Aceito 01/11/2023

Publicado 26/03/2024

¹ Licenciatura em Química. Universidade Federal de Rondônia. <https://orcid.org/0009-0008-7225-5359>. E-mail: maciel6198@gmail.com

² Professora DE do Departamento de Química; Doutora em Físico-Química. Universidade Federal de Rondônia. <https://orcid.org/0000-0003-4841-6278>. E-mail: aspinelli@unir.br

Introdução

Desde os tempos antigos, os seres humanos usam corantes e pigmentos para fazerem pinturas rupestres em cavernas de maneira natural. Os egípcios extraíam corantes de fontes naturais para fazerem pinturas sobre si mesmos e decorarem o interior de suas casas. O corante que os egípcios usavam para colorir seus corpos e cabelos era extraído de uma planta chamada henna (*Lawsonia inermis*), como prova disso, são os antigos tecidos de múmias encontrados de forma colorida. Em meados do século XVII, os homens não usavam especiarias e condimentos para melhorar os sabores, usavam muitas especiarias no uso de têxteis (Pinto, 1995; Prado; Godoy, 2003). O uso de corantes naturais pela humanidade foi predominante até o final do século XIX, até que em 1856, o químico inglês William Henry Perkin sintetizou acidentalmente, a mauveína, surgindo então, o primeiro corante sintético.

Com a descoberta dos corantes sintéticos, estes começaram a ser usados em larga escala pelas indústrias, destacando-se o uso nas indústrias têxtil, farmacêutica, de cosméticos, de plásticos, de couro, de papel e alimentícia. A substituição dos corantes naturais aos corantes sintéticos é devido aos últimos apresentarem elevado grau de pureza, alto poder de coloração, fixação da cor, melhores índices de solidez e menor custo de produção (Bueno *et al.*, 2022).

Atualmente, ocorre um grande interesse na substituição dos corantes sintéticos pelos corantes naturais, em função destes últimos serem menos ofensivos ao meio ambiente e mais biodegradáveis. A substituição dos corantes naturais aos sintéticos é uma alternativa sustentável mais apresenta algumas limitações relacionadas aos padrões de qualidade e reprodução de cores (Bueno *et al.* 2022); instabilidade em soluções e má fixação nos substratos têxteis (Bueno *et al.* 2020).

Estudos recentes apresentam resultados satisfatórios com relação à aplicação de corantes naturais para o processo de tingimento na indústria têxtil; tais como os trabalhos de Bueno *et al.* (2022) e Bueno *et al.* (2020) relatam grande potencial de tingimento de tecido com o corante natural urucum; apresentando bons resultados referentes à rendimento de cor e solidez.

Diante desta realidade as indústrias alimentícias, de cosméticos, têxtil, entre outras, estabeleceram uma tendência maior para o uso de pigmentos naturais.

Dentre as principais fontes de obtenção de corantes naturais estão as plantas (folhas, flores e frutos), animais (insetos) e microrganismos (fungos e bactérias). Dentre os corantes

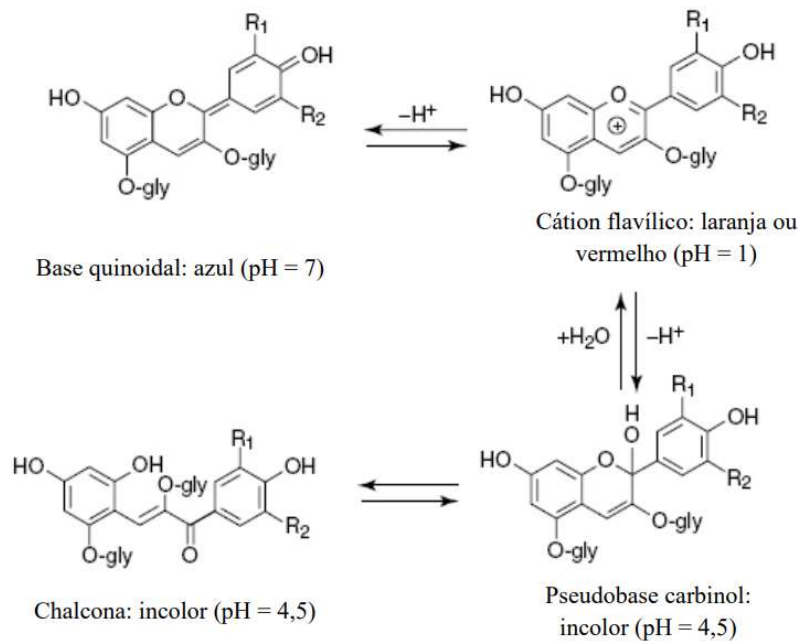
naturais presentes na natureza, podemos destacar os grupos dos carotenóides com aproximadamente 700 representantes que apresentam coloração amarela, laranja ou vermelha, exceção dos carotenoides fitoeno e fitoflueno que são incolores (Mesquita; Teixeira; Servulo, 2017). Podemos citar o corante urucum do grupo dos carotenóides muito pesquisado para aplicações na indústria têxtil (Balan, 2017).

Os carotenóides podem ser encontrados em muitas frutas, vegetais, gema de ovo, crustáceos cozidos e alguns peixes. Alguns deles têm atividade de provitamina A (Rodrigues – Amaya; Kimura; Amaya – Farfan, 2008). O Brasil possui uma grande variedade de alimentos ricos em carotenoides, como exemplo, podemos citar os frutos do tucumã, nos quais podem ser verificados altos teores de carotenoides. Pesquisas de Abreu *et al.* (2020) encontraram um teor que variou significativamente de 15 $\mu\text{g. g}^{-1}$ a 300 $\mu\text{g. g}^{-1}$.

Outro grupo de corantes que podemos citar são as antocianinas. Elas pertencem à classe de compostos dos flavonóides e são responsáveis pelas cores que variam desde a coloração vermelha até a coloração azul que aparecem em muitos frutos, legumes, flores, folhas, caules e raízes de plantas, e representam uma alternativa para substituir os corantes artificiais nos alimentos (Resende *et al.* 2022).

Existem aproximadamente 400 tipos de antocianinas presentes em várias plantas, entre elas, as mais comuns são: açaí, uva, morango, entre outros. Dependendo do grau de acidez ou basicidade, as antocianinas, devido à alta reatividade da aglicona, sofrem transformações estruturais reversíveis com mudança de pH em solução aquosa, manifestada por espectros de absorção característicos. Em meio ácido a 25 °C, quatro estruturas coexistem em equilíbrio: cátion flavilium (AH^+), a base quinoidal (A), a pseudo base ou carbinol (B) e a chalcona (C). As estruturas responsáveis pela coloração das antocianinas são o cátion flavilium e a base quinoidal, sendo o carbinol e a chalcona incolores, conforme ilustrado na Figura 1 (Kong *et al.*, 2003; Levi *et al.*, 2004).

Figura 1 - Transformações estruturais das antocianinas em água.



Fonte: Giusti; Wrolstad (2001)

A Figura 1 indica que a cor das antocianinas é dependente do pH do meio em que estão. As antocianinas são intensamente vermelhas quando o pH está abaixo de 3,0. Ao aumentar o pH para a faixa de 4,0 a 5,0, a cor vermelha tende a desaparecer, com o aparecimento de uma cor azul. Após armazenamento ou aquecimento, eles ficam amarelos. A cor apresentada pela solução está relacionada com as estruturas químicas assumidas pelas antocianinas em diferentes valores de pH, conforme indicado na Figura 1 (Mazza *et al.*, 2002).

Os espectros de absorção de antocianinas e agliconas na região do visível, e UV (ultra-violeta) são muito importantes na sua caracterização estrutural. Em solução ácida, apresentam intensa absorbância na região compreendida entre os comprimentos de onda de 465 a 530 nm. Os espectros são bastante característicos para identificar esses pigmentos quando purificados.

Com relação às fontes de extração destes corantes naturais podemos destacar a Região Norte do Brasil, que possui uma enorme diversidade de frutas com alta capacidade de extração de carotenoides e antocianinas. Dentre estas fontes, podemos destacar o tucumã (*Astrocaryum tucuma*), a pupunha (*Bactris gasipaes*), o açaí (*Euterpe oleracea*), o rambutan (*Nephelium lappaceum*), o buriti (*Mauritia flexuosa*).

Dentro deste contexto, o projeto teve o objetivo de avaliar o uso dos corantes extraídos da casca do tucumã e dos frutos de açaí para aplicação em tecido de algodão, bem como o estudo do método de tingimento com relação ao mordente e o tempo de banho de tingimento.

Material e Métodos

Foram utilizadas cascas dos frutos regionais com o intuito de extrair seus corantes naturais e aplicá-los em tecidos de algodão. Realizamos testes de extração e tingimento, variando o tempo de aplicação e utilizando a técnica de espectroscopia de absorção do UV-Visível para identificar e quantificar os corantes, buscando obter os melhores resultados de coloração. Utilizamos um colorímetro digital para avaliar a coloração dos corantes e determinar os aspectos básicos dos experimentos, detalhando desde a aquisição até a execução dos testes.

Os frutos de tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) foram adquiridos na feira de rua e os frutos do açaí (*Euterpe oleracea*) foram comprados no Mercado Cultural, da cidade de Porto Velho, no estado de Rondônia.

A seguir será detalhado o procedimento experimental usado para a extração dos corantes naturais provenientes da casca do tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) e frutos do açaí (*Euterpe oleracea*).

O epicarpo (casca) foi seco em estufa a 40°C e as amostras foram distribuídas em embalagens de papel para uma melhor absorção da umidade. Essas amostras permaneceram na estufa por 7 dias para reduzir a umidade da matéria prima. O material seco foi embalado em embalagens de polietileno e armazenado em um dessecador. Posteriormente, as amostras secas da casca do tucumã foram trituradas em liquidificador, pesadas e encaminhadas para extração.

O processo de extração seguiu duas metodologias propostas por Rodriguez-Amaya (2001). Na primeira, os carotenoides foram extraídos com acetona resfriada a 8°C até que as cascas ficassem completamente descoloridas. Na segunda, os carotenoides foram extraídos com etanol em um extrator de Soxhlet até que as cascas ficassem completamente descoloridas.

Após a extração, foi realizada uma filtração à vácuo para retirada de materiais em suspensão com o uso de papel filtro quantitativo com velocidade de filtração média, cuja espessura do papel filtro foi de 0,17 mm. Posteriormente os extratos foram submetidos à eliminação do solvente utilizando o evaporador rotativo. O extrato bruto (ou seja, o extrato filtrado sem o solvente) foi armazenado em geladeira.

Os corantes do açaí foram extraídos com o uso de etanol como solvente, por um período de 72 horas ao abrigo da luz, em meio ácido com HCl (pH 2), (Silva *et al.* 2010). Após a extração, o solvente foi eliminado utilizando-se um evaporador rotativo e o extrato do corante foi armazenado na geladeira.

As bandas de absorção características dos carotenoides e antocianinas foram analisadas por espectroscopia de absorvância na região do ultravioleta visível compreendendo a faixa de 400 à 800 nm. Os carotenoides apresentam três picos característicos na região de 400 à 550 nm, enquanto as antocianinas apresentam bandas de absorção na região que vai de 400 a 600 nm, dependendo do pH do meio (Meléndez - Martínez *et al.*, 2007; Solomons *et al.*, 2018). As antocianinas presentes nas amostras do corante foram caracterizadas pela metodologia proposta por Fuleki, Francis (1968) em etanol acidificado, avaliando os máximos de absorção na faixa dos 510 nm e na faixa dos 285 nm.

Os ensaios de avaliação das bandas de absorção dos carotenóides foram realizados com o uso de um espectrofotômetro UV/Vis modelo 2450 da Shimadzu.

Adicionou-se em um béquer uma amostra de tecido 100% algodão com dimensão de 1 cm x 1 cm pesando 1g, sendo que este béquer que contém a amostra de tecido e o solvente é denominado banho de tingimento. No banho de tingimento foi utilizado o extrato aquoso na relação de banho de 1:100; que ficou em repouso por 60 minutos a uma temperatura de 50°C em um pH 2. Posteriormente, o mordente indicado no teste 01 foi adicionado, e a amostra permaneceu no banho de tingimento por mais 60 minutos (primeiro teste) e 120 minutos (segundo teste). Ao final dos períodos de 60 e 120 minutos, o sistema foi resfriado e o tecido foi lavado com água corrente e sabão, sendo deixado para secar em temperatura ambiente para posterior análise da cor do tecido (Diniz; Franciscatti; Silva, 2011; Gonçalves *et al.*, 2020).

Descrição dos testes realizados no processo de tingimento:

Teste 01:

Para avaliar a influência do tipo de mordente no processo de tingimento, utilizaram-se os mordentes listados a seguir:

- a) Alumen de potássio 5g. L⁻¹;
- b) Sulfato ferroso II heptahidratado na concentração de 5g. L⁻¹
- c) Cloreto de Sódio 5g. L⁻¹

Teste 02:

Para avaliar a influência do tempo de tingimento (tempo de contato do corante e mordente com o tecido) foram testados os períodos de tempos indicados abaixo:

- a) 60 min;
- b) 120 min.

Após a extração dos corantes o tom da cor foi avaliado com o uso do Colorímetro Digital Delta Lab. com o uso do espaço de cor CIELAB.

Resultados e Discussão

Existem diferentes técnicas para a quantificação de corantes. A metodologia da espectroscopia na região do UV-Visível, é uma metodologia de baixo custo, simples, pouco destrutiva com relação à amostra e fornece informações básicas sobre a estrutura dos corantes com a observação das bandas de absorção características de cada tipo de corante. A seguir, será descrito os resultados obtidos para a caracterização ótica dos corantes extraídos da casca do tucumã e fruto do açaí.

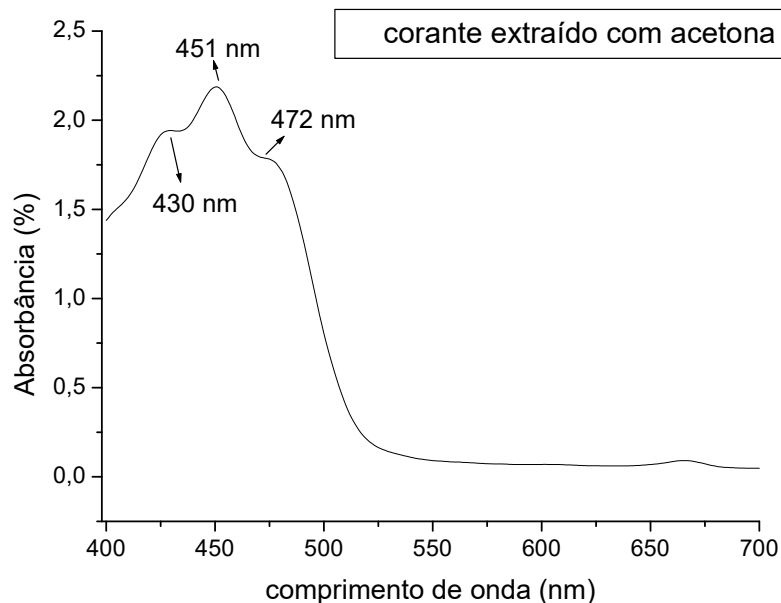
As Figuras 2 e 3 ilustram os espectros de absorção na região do UV-visível, para as amostras de corante extraídas da casca do tucumã com o uso de acetona e etanol, respectivamente.

Os carotenoides absorvem luz na região do espectro ultravioleta e no visível. O caráter estrutural responsável pela absorção de luz são os cromóforos, que são constituídos de uma cadeia de duplas ligações conjugadas. São necessárias pelo menos 7 duplas ligações para a percepção da cor (Rodriguez - Amaya, 1999).

Dentre as maneiras de caracterizar os carotenos, pode-se citar o espectro de absorção eletrônica. Os carotenos absorvem, principalmente na região do azul (430-470 nm), região do azul-verde (470-500 nm) e verde (500-530 nm) e sua cor é caracterizada pela luz que refletem quando em solução (Gross, 1991).

Os corantes extraídos com acetona apresentaram cor amarela, enquanto os extraídos com etanol, cor marrom. Os resultados da Figura 2 indicam três bandas de absorção na forma de picos bem definidos, na região do visível (430, 451 e 472 nm). Observa-se que os corantes extraídos apresentam os três picos característicos dos carotenoides na região de 400 a 500 nm, conforme descrito pela literatura (Rodriguez – Amaya, 2001).

Figura 2- Espectro de Absorção na região do UV-Visível, para a amostra da casca de tucumã extraída com acetona a frio.



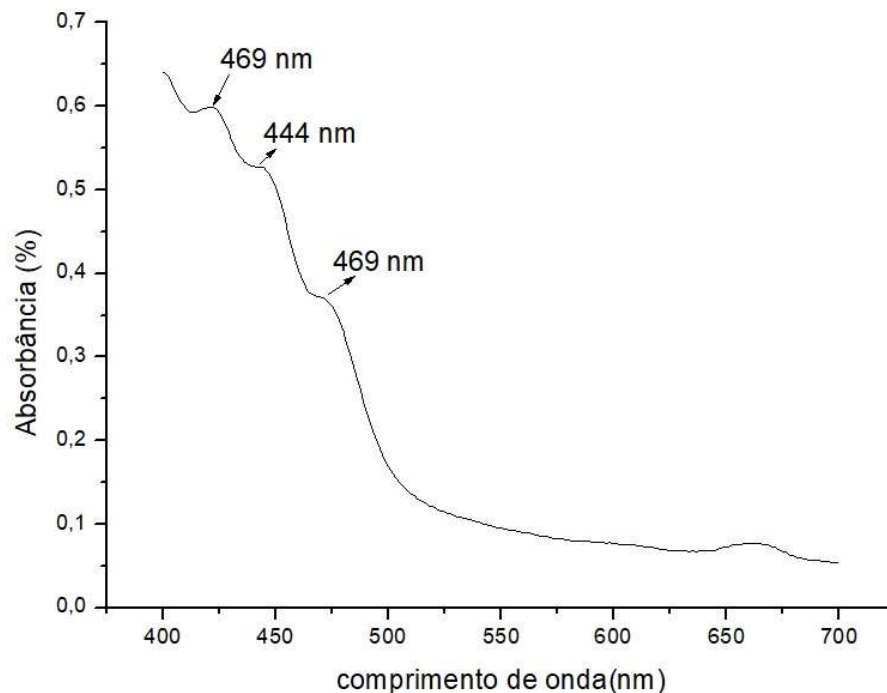
Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Os três picos de absorção observados na Figura 2 ilustram os espectros observados na região do visível característicos dos carotenoides. Os compostos orgânicos podem absorver luz na região do visível. Devido essa absorção de luz, ocorrem transições eletrônicas que levam a molécula a um estado de maior energia. Nos carotenoides essas transições eletrônicas ocorrem dos orbitais π (ligantes) aos orbitais π^* (antiligante). (Meléndez-Martínez *et al.*, 2007; Solomons *et al.*, 2018)

Na Figura 3, é possível observar a banda de absorção dos carotenoides quando extraídos com etanol, bem como a presença de três bandas de absorção mais alargadas nas regiões de 469, 444 e 449 nm.

Segundo trabalhos de Harborne (1998) e Mezzomo *et al.* (2012), a presença dessa banda larga nos espectros de carotenoides evidencia a existência de outros compostos, tais como proteínas e lipídeos, nas amostras de corantes. O tucumã é um fruto com alto teor lipídico, e cerca de 80% do epicarpo e mesocarpo de tucumã são constituídos por carboidratos e lipídeos. (Batista *et al.*, 2008)

Figura 3 - Espectro de Absorção na região do UV-Visível para a amostra da casca de tucumã extraída com etanol.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

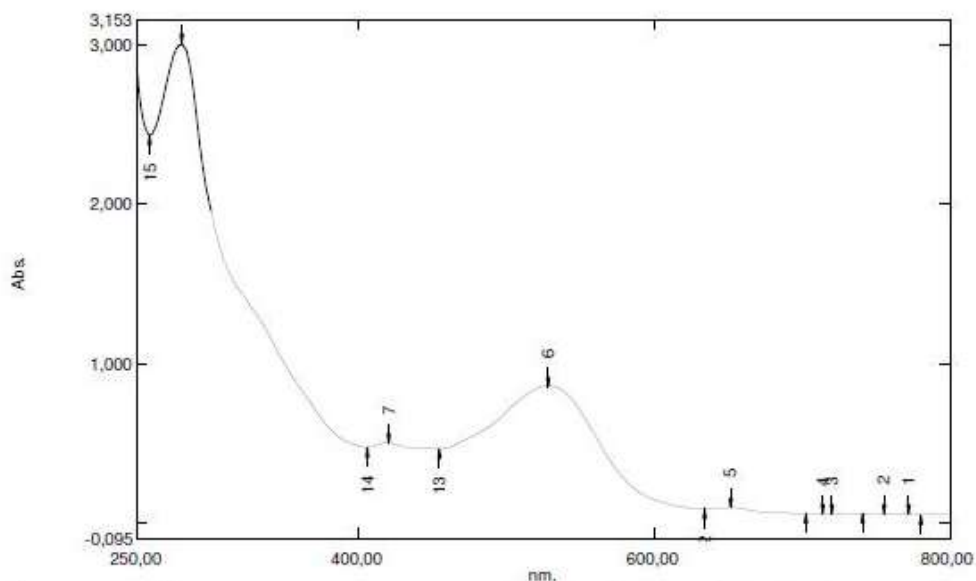
Diante destes resultados citados anteriormente, é importante destacar que o uso do etanol como solvente foi menos seletivo para a extração dos carotenoides, indicando a presença de teor de lipídeos na amostra de corante. No entanto, a extração com acetona a frio resultou em corantes com picos bem definidos, o que indica uma extração mais seletiva e com menor teor de lipídeos presentes. Embora o etanol tenha sido o solvente menos seletivo quando comparado com a acetona, ambos os solventes extraíram corantes carotenoides, conforme ilustrados nos espectros de absorção das Figuras 2 e 3.

A Figura 4 ilustra o espectro de absorção na região do UV-visível, para a amostra de corante extraída do fruto do açaí com o uso de etanol acidificado à pH 2.

Os espectros de absorção de antocianinas e agliconas na região do visível e UV (ultravioleta) são muito importantes na sua caracterização estrutural. Em solução ácida, as antocianinas e agliconas apresentam intensa absorbância na região compreendida entre os

comprimentos de onda de 465 a 530 nm (Banda I) e uma absorbância muito menos intensa na região entre 270 e 280 nm (Banda II). Esses espectros são bastante característicos para a identificação desses pigmentos, quando purificados. (Fennema *et al.*, 2019)

Figura 4- Espectro de Absorção na região do UV - Visível do corante do fruto do açaí extraído com etanol.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Os resultados da Figura 4 evidenciam a presença das bandas I e II características das antocianinas extraídas de açaí em meio ácido para todos os solventes extratores conforme mencionado por Bobbio *et al.* (2020).

Segundo Salem (2010), o tingimento consiste em uma modificação físico-química do substrato de forma que a luz refletida provoque uma percepção de cor. No processo de tingimento, deve-se usar um mordente que vai auxiliar na fixação do corante na fibra, o que vai interferir na produção dos tons, brilho e solidez das cores. Ele pode ser aplicado antes, durante ou após o tingimento, e o tipo de mordente usado influenciará nas propriedades supracitadas (Ribeiro, 2019). Com base nisto, avaliou-se neste trabalho, o efeito provocado na cor do tecido com o uso de diferentes mordentes, descritos nos itens a seguir.

A Figura 5 ilustra a cor das amostras de tecidos tingidos com o uso de diferentes mordentes para o corante extraído da casca de tucumã com o uso de acetona à frio como

solvente. As imagens mostram que o tingimento com o uso do corante tingido com o mordente alumínio de potássio manteve a coloração amarela (Figura 5 B) original do extrato do corante extraído da casca do tucumã. No entanto, o corante tingido em simultâneo com o uso do sulfato ferroso apresentou uma coloração marrom (Figura 5 A).

Figura 5 – Cor observada nas amostras de tecidos tingidas com o corante extraído da casca do tucumã para o uso dos mordentes: (A) Sulfato ferroso heptahidratado; (B) Alumínio de potássio. Ambos tingidos em um banho de tingimento de 60 minutos.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

As cores visualmente observadas nos tecidos, são confirmadas com os valores das coordenadas $L^*a^*b^*$ detalhadas na Tabela 1.

O valor de L^* indica a luminosidade da cor avaliada, os valores estão compreendidos entre 0 (indica cor preta) e 100 (cor branca). Os valores de a^* e b^* indicam a direção da cor; a^* é o eixo da cromaticidade do verde (valores negativos de a^*) ao vermelho (valores positivos de a^*); e o b^* é o eixo da cromaticidade do azul (valores negativos de b^*) ao amarelo (valores positivos de b^*) (Houben *et al.*, 2000).

Tabela 1 - Dados das variáveis L* a* b* do tecido tingido com corante de tucumã extraído com acetona. Banho de tingimento com duração de 60 minutos.

Corantes tingido com o mordente alúmen de potássio		Corantes tingido com o mordente sulfato ferroso	
L*	78,50 ± 2,12	L*	62,40 ± 3,7
a*	-0,12 ± 0,27	a*	1,43 ± 0,33
b*	20,62 ± 4,81	b*	19,22 ± 1,65

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

A Tabela 1 ilustra valores de b* maiores para o tecido tingido com o alúmen de potássio do que o sulfato ferroso, corroborando com os resultados ilustrados na Figura 5. O uso do alúmen de potássio como mordente inferiu cor amarela ao tecido, e, quando utilizado o sulfato ferroso, a cor resultante foi marrom.

Com relação ao fator tintorial, observa-se que o uso do sulfato ferroso proporcionou um tingimento mais homogêneo em toda a amostra de tecido, e com o uso do alúmen a cor não coloriu totalmente o tecido, apresentando algumas partes com coloração amarela menos intensa (Figura 5 B), o que evidência maior fixação da coloração com o uso do mordente sulfato ferroso.

Também foram realizados testes de avaliação da cor no tecido com o corante extraído com etanol. A Tabela 2 ilustra os valores das variáveis L* a* b* para o tecido tingido com estes corantes.

Tabela 2 - Dados das variáveis L* a* b* do tecido tingido com corante de tucumã extraído com etanol. Banho de tingimento com duração de 60 minutos.

Corantes tingido com o mordente alúmen de potássio		Corantes tingido com o mordente Cloreto de sódio	
L*	81,47 ± 4,05	L*	79,78 ± 1,7
a*	-0,33 ± 0,17	a*	-0,57 ± 0,12
b*	1,60 ± 5,20	b*	1,43 ± 2,23

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Os valores altos de L^* indicam que as amostras de tecido tingidas com o corante extraído com etanol, para ambos os mordentes usados após a lavagem, não tiveram eficiência no tingimento do tecido, com a maior parte do tecido de cor branca e apenas poucas áreas do tecido tingidas, que também pode ser observado nas imagens da Figura 6.

Figura 6 – Cor observada nas amostras de tecidos tingidas com o corante extraído da casca do tucumã para o uso dos mordentes: (A) Alúmen de potássio; (B) cloreto de sódio. Ambos tingidos em um banho de tingimento de 60 minutos.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

De acordo com os resultados observados na análise de espectroscopia na região do visível, o solvente etanol é menos seletivo que o solvente acetona, e esta extração menos seletiva resultou em um tingimento não homogêneo para o uso do mordente alúmen de potássio e descoloração da cor amarela, ficando quase incolor para o uso do mordente cloreto de sódio.

Conforme discutido anteriormente, o tipo de mordente usado influencia na fixação da cor no tecido e no tom da cor. Além disso, o processo de extração e o solvente usado para a extração influenciam na cor do corante extraído. Trabalhos realizados por Rehne *et al.* (2009) indicam que o corante azul obtido do jenipapo com o uso de etanol apresenta uma coloração mais intensa e escura do que os extraídos em água.

Trabalhos realizados por Diniz *et al.* (2011) demonstraram resultados semelhantes aos encontrados em nosso estudo quanto ao tingimento de tecidos de algodão com corante de açafraão e urucum. Quanto ao mordente, observou-se que o ácido acético proporcionou melhores

resultados quando adicionado às amostras com o corante dissolvido em água fervente, resultando em uma fixação uniforme da cor, ao passo que soluções em álcool e água em temperatura ambiente ocasionaram manchas.

A Figura 7 ilustra a cor das amostras de tecidos tingidas com os corantes extraídos da casca do tucumã e do fruto do açaí tingidas em banho de tingimento com um tempo de 120 minutos.

Figura 7 – Cor observada nas amostras de tecidos com o corante extraído: (A) do fruto do açaí com o uso do Cloreto de Sódio e Ácido Acético como mordente; (B) Casca do tucumã para o uso do mordente alúmen de potássio. Ambos tingidos em banho de tingimento de 120 minutos.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Quando comparamos os resultados obtidos na cor das amostras tingidas com o corante da casca de tucumã em um tempo maior no banho de tingimento, observamos uma nítida diferença na intensidade da cor amarela (Figuras 6 e 7B).

O uso de um tempo maior de contato da amostra de tecido com o mordente proporcionou um poder tintorial maior; uma cor amarela mais intensa e também distribuída de forma homogênea pelo tecido. Esses resultados indicam que o tempo de contato do mordente com o tecido e o corante influencia a intensidade da cor e a fixação do corante no tecido.

Os resultados indicam que assim como relatado por Copini (2018) as tonalidades das cores obtidas com uso de corantes naturais dependem de diferentes fatores, dentre estes, concentração de corante usada; tipo e concentração de mordente, além da metodologia de aplicação do corante no tecido.

A Tabela 3 ilustra os resultados das coordenadas colorimétricas $L^*a^*b^*$ das amostras de tecidos tingidas com os corantes extraídos de tucumã e açaí mantidos em um tempo maior no banho de tingimento.

Os resultados observados na Tabela 3 ilustram valores de b^* maiores e valores de L^* menores para o tecido tingido com maior tempo de banho de tingimento, indicando uma coloração amarela mais intensa e mais escura; corroborando com os resultados visualizados nas Figuras 6 e 7 B.

Os valores das coordenadas colorimétricas a^* e L^* do tecido tingido com o corante extraído do fruto do açaí ilustram uma cor vermelha ($a^* = 17,43$) bem intensa com valores altos de L^* .

Tabela 3 - Dados das variáveis $L^*a^*b^*$ dos corantes extraídos de tucumã e açaí em banho de tingimento com duração de 120 minutos.

Tecido tingido com casca de tucumã		Tecido tingido com fruto do açaí	
L^*	$70,19 \pm 0,45$	L^*	$67,67 \pm 0,91$
a^*	$6,79 \pm 0,12$	a^*	$17,43 \pm 0,09$
b^*	$44,70 \pm 1,88$	b^*	$0,11 \pm 0,031$

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Os valores das coordenadas colorimétricas dos tecidos tingidos com os corantes naturais extraídos da casca do tucumã e fruto do açaí, ilustram resultados satisfatórios para aplicação destes corantes naturais em processos de tingimento. O uso destes corantes naturais citados anteriormente, pode ser uma viável fonte de substitutos aos corantes sintéticos destas cores vermelha e amarela para aplicação em tecido de algodão; oferecendo a vantagem de não serem tóxicos ao meio ambiente e ao ser humano, principalmente quando se trata de tecido para fins de confecção de roupas.

Conclusão

Com relação ao processo de extração dos corantes da casca do tucumã a acetona demonstrou melhores resultados comparado com o etanol; pois, os espectros de absorção na

região do UV-vísivel, do corante extraído com acetona demonstraram picos bem definidos, na região de 430, 451 e 472 nm, característicos de carotenoides.

O uso do mordente alúmen de potássio manteve a coloração amarela do extrato no tecido, enquanto que o uso do sulfato ferroso alterou a cor do tecido para marrom.

Com relação ao banho de tingimento, foi observado que o tempo de contato do tecido com o corante e o mordente influencia na intensidade e na distribuição homogênea da cor no tecido de algodão. Notou-se, claramente, uma coloração intensa com os valores elevados no eixo de cromaticidade do azul ao amarelo e valores altos na luminosidade da cor, encontrando valores superiores a 60, indicando colorações mais escuras.

Os resultados da pesquisa ilustram que os corantes naturais extraídos da casca do tucumã e do fruto do açaí apresentam potencial para tingir tecido de algodão.

De maneira geral, o uso das cascas do tucumã, e do fruto do açaí, para fins de obtenção de corantes, servem como estratégia para apoiar a circulação da bioeconomia e reduzir o impacto ambiental da indústria de processamento de frutas.

Referências

AZEVEDO, L. et al. Corantes naturais e artificiais. **Revista de Trabalhos Acadêmicos**, Campos dos Goytacazes. v. 2, n. 6, 2016.

BALAN, D.S. Corantes naturais de aplicação têxtil: avaliação preliminar da toxicidade de urucum *Bixa orellana* L. (Malvales: Bixaceae) e hibisco *Hibiscus sabdariffa* L. (Malvales: Malvaceae). **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, João Pessoa. v. 4, n.7, p. 151-157, 2017.

BUENO, A. M. et al. Optimal process conditions to recycled polyester dyeing using natural annatto dye. **Journal of cleaner production**, Amsterdam, v. 370, 2022.

BUENO, A.M. et al. Colorimetric Analysis of the Stability of Annatto Dye in Solution and Its Use in the Dyeing of Polyester Fibers. **Fibers and Polymers**, Amsterdam, v.21, n.1, p. 1-6, 2020.

COPINI, S.M. **Comportamento tintorial dos ésteres de luteína extraídos de *Tagetes erecta* L. no tingimento de substrato de algodão**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

DINIZ, J. F.; FRANCISCATTI, P.; SILVA, T. L. Tingimento de tecidos de algodão com corantes naturais de açafrão e urucum. **Iniciação Científica CESUMAR**, Maringá, v. 13, n. 1, p. 53-62, 2011.

FULEKI, T.; FRANCIS, F. J. Quantitative methods for anthocyanins. 1. Extraction and determination of total anthocyanin in Cranberries. **Journal of Food Science**, Chicago, v.33, n.1, p.72-77, 1968a.

- GIUSTI, M.; WROLSTAD, R. E. Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**, Hoboken, v. 00, p. F1.2.1-F1.2.13, 2001.
- GONÇALVES, M. J. et al. Estudo da viabilidade do tingimento da poliamida com corante natural de urucum. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Tubarão, v. 9, n. esp., p. 571–585, 2020.
- HOUBEN, J. H. et al. Effect of dietary vitamin E supplementation, fat level and packaging on colour stability and lipid oxidation in minced beef. **Meat Science**, Amsterdam v. 55, p. 331–336, 2000.
- KONG, J.-M. et al. Analysis and biological activities of anthocyanins. **Phytochemistry**, Amsterdam, v. 64, n. 5, p. 923–933, 2003.
- LEVI, M. A. B. et al. Three-way chemometric method study and UV-Vis absorbance for the study of simultaneous degradation of anthocyanins in flowers of the *Hibiscus rosa-sinensis* species. **Talanta**, Amsterdam, v. 62, n. 2, p. 299–305, 2004.
- LINDINO, C.A. et al. Determinação de metais em corantes alimentícios artificiais. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 93-98, 2008.
- MAZZA, G. et al. Absorption of anthocyanins from blueberries and serum antioxidant status in human subjects. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 50, n. 26, p. 7731–7737, 2002.
- MESQUITA, S.S.; TEIXEIRA, C.M.L.L; SERVULO, E.F.C. Carotenoides: Propriedades, Aplicações e Mercado. **Revista Virtual de Química**, Niterói, v. 9, n.2, 2017.
- MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A. J. et al. Relationship between the colour and the chemical structure of carotenoid pigments. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 101, n. 3, p. 1145–1150, 2007.
- OLIVER, J.; PALOÚ, A. Chromatographic determination of carotenoids in foods. **Journal of Chromatography A**, Amsterdam, v. 881, p. 543–555, 2000.
- PINTO, Angelo. C. O Brasil dos viajantes e dos exploradores e a química de produtos naturais brasileira. **Química Nova**, São Paulo, v. 18, n. 6, p. 608–615, 1995.
- PRADO, M. A.; GODOY, H. T. Corantes Artificiais em alimentos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 14, n. 2, p. 237–250, 2003.
- RENHE, I. R. T. et al. Obtenção de corante natural azul extraído de frutos de jenipapo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 6, p. 649–652, 2009.
- RODRIGUES-AMAYA, D. B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes brasileiras de carotenóides: Tabela brasileira de composição de carotenóides em alimentos**. 2 ed. Brasília: MMA/SBF, 2008.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington: ILSI Press, 2001.

RESENDE, L.G.M. et al. Corante de antocianinas extraídas do fruto tropical jambolão: formulação e avaliação da estabilidade dos compostos bioativos. In: OPEN SCIENCE RESEARCH I, 1., 2022, São Paulo. **Editora Científica Digital**. 2022. p. 38 – 49.

SILVA, G. J. F. et al. Formulação e estabilidade de corantes de antocianinas extraídas das cascas de jabuticaba (MYRCIARIA ssp.). **Alimentos e Nutrição**. Araraquara, v. 21, n. 3, p. 429-436, 2010.

SOLOMONS, T. W. G. et al. **Química Orgânica**. 12.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

ZANONI BOLDRIN, M.V.; YAMANAKA, H. **Corantes, caracterização química, toxicológica, métodos de detecção e tratamento**. Unesp Cultura Acadêmica, São Paulo, 2016.