

A química dos corantes: um estudo sobre a obtenção de um corante natural proveniente do bagaço do caju

The chemistry of dyes: a study on obtaining a natural dye from cashew bagasse

La química de los tintes: un estudio sobre la obtención de un tinte natural del bagazo de anacardo

Recebido: 18/07/2020 | Revisado: 07/08/2020 | Aceito: 10/08/2020 | Publicado: 16/08/2020

Elaine Cristina de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3643-2561>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: elainecristina628@gmail.com

Raquel de Souza Borges

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5530-3795>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: rakelborgez1717@gmail.com

Lech Walesa Oliveira Soares

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5920-1147>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Brasil

E-mail: lechsoares@gmail.com

Rafael Augusto Ventura

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6059-1912>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: rafael.ventura@ifrn.edu.br

Resumo

Os corantes sintéticos são utilizados em grande escala na indústria têxtil e geralmente seus efluentes são descartados em rios, sem tratamento adequado, tal fato prejudica o meio ambiente. Em outra vertente, têm-se os corantes naturais, que possuem estruturas químicas e propriedades pouco semelhantes às dos corantes sintéticos e podem ser encontrados em frutas, legumes e flores. Pensando nisso, este trabalho desenvolveu-se com o objetivo de avaliar a possibilidade da extração de um corante natural do bagaço do caju, utilizando o método de agitação magnética para favorecer a extração através das interações moleculares entre os diferentes solventes avaliados e os pigmentos presentes no pedúnculo do caju. Tal método

dispensa a utilização de produtos tóxicos para a obtenção do corante, além de reaproveitar o bagaço do caju, que possui pouca ou nenhuma finalidade após a extração do suco. Segundo a literatura, os corantes naturais são menos prejudiciais ao meio ambiente, contribuindo com alguns dos princípios da química verde, que tem como ideologia o desenvolvimento sustentável dos processos químicos e a redução e reaproveitamento de resíduos. A metodologia desenvolvida para extração do corante natural do bagaço de caju mostrou-se eficiente, obtendo-se o melhor resultado quando utilizado o hidróxido de sódio (NaOH) como solvente extrator.

Palavras-chave: Corantes naturais; Pigmentos; Caju.

Abstract

Synthetic dyes are used on a large scale in the textile industry and generally their effluents are discharged into rivers, without proper treatment, this fact harms the environment. On the other hand, there are natural dyes which have chemical structures and properties similar to those of synthetic dyes and can be found in fruits, vegetables and flowers. This research is aimed at evaluating the possibility of extracting a natural dye from cashew bagasse, using the magnetic stirring method to favor extraction through molecular interactions between the different solvents evaluated and the pigments present in the cashew stalk. The method used in this work does not require the use of toxic products to obtain the dye, in addition to reusing cashew bagasse, which has little or no purpose after juice extraction. Natural dyes are less harmful to the environment, in agreement with the principles of Green Chemistry, whose ideology is sustainable development in chemical processes and the reduction and reuse of waste. The methodology developed for extracting the natural dye from cashew bagasse proved to be efficient, where the best result obtained was for the extract with sodium hydroxide (NaOH) such as an extracting solvent.

Keywords: Natural dyes; Pigments; Cashew.

Resumen

Los tintes sintéticos se utilizan a gran escala en la industria textil y, en general, sus efluentes se descargan en los ríos sin un tratamiento adecuado, esto daña el medio ambiente. Por otro lado, hay colorantes naturales que tienen estructuras químicas y propiedades similares a las de los colorantes sintéticos y se pueden encontrar en frutas, verduras y flores. Esta investigación tiene como objetivo evaluar la posibilidad de extraer un tinte natural del bagazo de anacardo, utilizando el método de agitación magnética para favorecer la extracción a través de

interacciones moleculares entre los diferentes disolventes evaluados y los pigmentos presentes en el tallo del anacardo. El método utilizado en este trabajo no requiere el uso de productos tóxicos para obtener el colorante, además de reutilizar el bagazo de anacardo, que tiene poco o ningún propósito después de la extracción del jugo. Los tintes naturales son menos dañinos para el medio ambiente, de acuerdo con los principios de la Química Verde, cuya ideología es el desarrollo sostenible en procesos químicos y la reducción y reutilización de residuos. La metodología desarrollada para la extracción del tinte natural del bagazo de anacardo resultó ser eficiente, donde el mejor resultado obtenido fue cuando se utilizó hidróxido de sodio (NaOH) como disolvente de extracción.

Palabras clave: Tintes naturales; Pigmentos; Anacardo.

1. Introdução

O uso de tinturas e cores nos tecidos e utensílios são necessidades históricas da humanidade. No Brasil, a busca por tinturas foi um fator importantíssimo para a história, uma vez que o país foi explorado por portugueses, devido a abundância de Pau Brasil, uma árvore que possui cor avermelhada, da qual o corante extraído é empregado para dar cor ao algodão e a lã (D'Agostini et al., 2013).

Toda e qualquer atividade humana, causa impacto ambiental, seja positivo ou negativo, em grande ou pequena escala. Na indústria têxtil não é diferente, a utilização de corantes sintéticos em grande escala e o descarte após o tingimento dos fios agride ao meio ambiente, pois os resíduos são descartados na maioria das vezes de maneira inadequada ou não seguem os parâmetros exigidos pela lei, sendo o segundo maior poluidor de água limpa da terra (Pizato, Lopes, Rocha, Barbosa, & Cunha, 2017), tal fato vai contra vários dos doze princípios da Química Verde.

Existem dois ramos de corantes que podem ser utilizados, os sintéticos e os naturais, ambos possuem estruturas e características químicas pouco semelhantes. Os corantes naturais são encontrados em frutas, legumes e flores (fauna e flora). A utilização desse tipo de corante condiz com terceiro princípio da Química verde, que aborda a Síntese de Produtos Menos Perigosos, visando que sempre que praticável a síntese de um produto químico deve utilizar e gerar substâncias que pouca ou nenhuma toxicidade à saúde humana e ao ambiente (Lenardão, Freitag, Dabdoub, Batista, & Silveira, 2003).

As grandes indústrias têm por preferência a produção de corantes sintéticos que são sintetizados em laboratórios, o que favorece sua produção em grande escala. Porém,

geralmente os corantes sintéticos são descartados em de rios, o que na realidade se torna um grande problema para o meio ambiente. O processo de tingimento têxtil utiliza produtos e processos poluentes e com alta demanda de recursos naturais (Picolli, 2008).

O descarte dos corantes como efluentes em rios se torna um problema devido à alta solubilidade em água, que a maioria dos corantes possuem. “A cor forte é a característica mais notória do efluente têxtil. O problema da cor está associado especialmente aos corantes solúveis em água que são adsorvidos em quantidade de 25% após o processo de tintura (Hassemer & Sens, 2002).

A elevada estabilidade biológica dos corantes sintéticos dificulta sua degradação pelos sistemas de tratamento convencionais empregados pelas indústrias têxteis (Dallago, Smaniotto, & Oliveira, 2005). Estudos de Tavares, Souza, & Santos (2020) afirmam que muitos métodos físicos e químicos são empregados para tratar efluentes contendo corantes, são eles, adsorção, eletroquímica, precipitação, filtração, ozonização entre outros. A adsorção é o processo mais utilizado por esta ser uma alternativa de baixo custo.

Os corantes naturais são de origem animal, vegetal ou mineral. Um corante natural é uma substância corada extraída apenas por processos físico-químicos (dissolução, precipitação, entre outros) ou bioquímicos (fermentação) de uma matéria-prima animal ou vegetal (de Araújo, 2006). Existem alternativas de corantes provenientes de fontes naturais e renováveis, utilizados na indústria alimentícia e já utilizado no passado em artigos têxteis, que poderiam suprir parte da demanda dos tingimentos têxteis, minimizando os impactos ambientais. (Picolli, 2008). Dessa forma os corantes naturais aparecem como alternativas de evitar a degradação do meio ambiente.

Na indústria alimentícia os corantes naturais estão mais presentes do que os artificiais (Sousa et al., 2020). O uso destes componentes em alimentos varia de acordo com a legislação de cada país, pois não existe um consenso quanto aos malefícios que eles podem causar a saúde humana, na Europa, por exemplo, é permitido o uso de diversos corantes artificiais que segundo estudos de Amchova, Kotolova, & Ruda-Kucerova. (2015) seu consumo seu consumo deve seguir o que eles chamam de Ingestão Diária Aceitável (Acceptable Daily Intake).

Os pigmentos são as moléculas responsáveis dar origem aos corantes, podem ser encontrados também em pigmentos artificiais e naturais. Os pigmentos naturais são encontrados diretamente da natureza, necessitando apenas de processos de purificação de natureza física que permita separar o material de que se aproveita a cor dos outros materiais a que surge associado (Bondioli, Manfredini, & Oliveira., 1998). Os pigmentos orgânicos, mais

comuns na natureza, podem ser de 3 tipos, as porfirinas e os flavonóides, que possuem grupos heterocíclicos, e os carotenóides, que possuem estrutura isoprênica (Pinheiro, 2010).

No caju, a magnitude das substâncias fenólicas, substâncias com anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais é bastante pequena, apesar disso ele apresenta quantidades apreciáveis de carotenoides e flavonoides (Correia, David, J. P., & David, J. M, 2006; Barbosa, 2010; Otero et al., 2019).

Os carotenóides e os flavonóides encontram-se presente nos mais diversos tipos de alimentos, como frutas, gema de ovo e em alguns peixes. Os carotenóides são constituídos por grupo cromóforo que são responsáveis por desempenhar o papel da coloração desses alimentos que pode apresentar variação das cores amarelo, laranja e vermelho. Enquanto que os flavonoides possuem estrutura básica $C_6-C_3-C_6$, que são formados por dois grupos fenil ligados através de uma ponte de três carbonos ciclizados. O caju de cor avermelhada apresenta maior presença desses pigmentos do que o caju de cor amarelada (Rodriguez-Amaya, Kimura, & Amaya-Farfán, 2008; Tonin, 2006).

Este trabalho desenvolveu-se com o objetivo de avaliar a possibilidade da extração de um corante natural do bagaço do caju, utilizando o método de agitação magnética para favorecer a extração através das interações moleculares entre os diferentes solventes avaliados e os pigmentos presentes no pedúnculo do caju, tal método dispensa a utilização de produtos tóxicos para a obtenção do corant

2. Metodologia

A metodologia aqui exposta é uma metodologia do tipo qualitativa, seguindo as definições descritas por Pereira et al., (2018). Esta metodologia é uma adaptação dos procedimentos experimentais contidos na dissertação de Viana (2012), na qual ela teve como objetivo comparar dois métodos de extração, utilizando equipamentos diferentes, o agitador magnético e o ultrassom, para extrair corante do pó de café, semente do urucum e raiz de açafraão da terra.

Já a metodologia de extração aqui utilizada, para a obtenção do corante natural do bagaço do caju, foi desenvolvida utilizando a apenas o agitador magnético e fazendo-se necessário a utilização de diferentes solventes como meio de extrator, para avaliar qualitativamente a extração de acordo com as cores obtidas em cada um dos ensaios. O Quadro 1 informa quais foram os solventes utilizados.

Quadro 1. Solventes utilizados para a obtenção dos extratos.

Solventes orgânicos	Solventes inorgânicos
Propanona P.A. (Acetona)	Água destilada
Álcool etílico 70%	Ácido Clorídrico 1,0 M (HCl)
	Hidróxido de sódio 1,0 M (NaOH)

Fonte: Autores (2020).

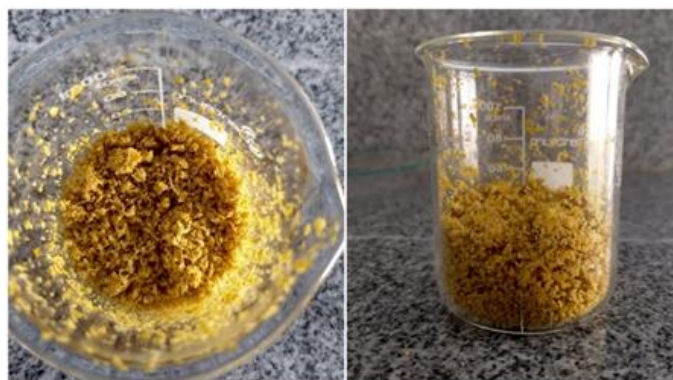
No quadro anterior nos é informado que foram utilizados solventes orgânicos e inorgânicos. A opção por utilizar ambos foi para possibilitar a discussão sobre qual desses solventes favorecem uma melhor extração dos pigmentos presentes no bagaço do caju levando em consideração as propriedades químicas desses extratores.

Como equipamentos e materiais, foram utilizados agitador magnético, barra magnética, erlenmeyer, estufa, balança analítica, microscópio ótico e filtro de papel. O caju utilizado nesta pesquisa foi o alongado de casca vermelha, adquirido no mercado público da cidade de Currais Novos – RN.

Para realizar a extração, inicialmente, o bagaço do caju foi colocado na estufa, para secagem, em uma temperatura de 70° C, o qual permaneceu por um período que variou de acordo com a umidade do mesmo, em média de 4 à 8 horas.

Após os procedimentos anteriores, o bagaço foi triturado, com o auxílio de um triturador de alimentos, para favorecer a interação do solvente com as moléculas presentes do material, na Figura 1 é possível observar o bagaço granulado.

Figura 1. Bagaço do caju após os processos de secagem e trituração.



Fonte: Autores (2020).

Na figura anterior é possível observar o bagaço do caju finalmente preparado pra dar início ao processo de extração de seus pigmentos.

Consequente, foram iniciadas as etapas das reações para extração dos pigmentos, em que, primeiramente colocou-se 3,5g do bagaço do caju triturado, pesado com o auxílio da balança analítica, em um erlenmeyer de 125mL. Em seguida, adicionou-se 40mL do meio de extração (solvente): água, álcool 70%, propanona P.A., solução aquosa de ácido clorídrico 1M (mol/L) ou solução aquosa de hidróxido de sódio 1M.

Para cada um dos solventes foram realizados quatro ensaios, dois inicialmente com o caju de casca amarelada e posteriormente dois para o caju de casca avermelhada, admitindo apenas os resultados do caju de casca avermelhada, pois foi este que apresentou melhor extração. Todos os ensaios foram realizados sob pressão e temperatura ambiente.

A realização de cada ensaio consistiu em colocar uma barra magnética (peixinho) junto a solução presente no erlenmeyer e em seguida acomodando-o sobre o agitador magnético, o qual permaneceu sob agitação por 30 minutos. Após passado o tempo de extração, ocorreu a filtragem da mistura, com auxílio de um filtro de papel, esta etapa serviu para separar a solução de corante natural do rejeito após extração dos pigmentos, como mostra a Figura 2.

Figura 2. Realização do ensaio e filtragem da mistura.



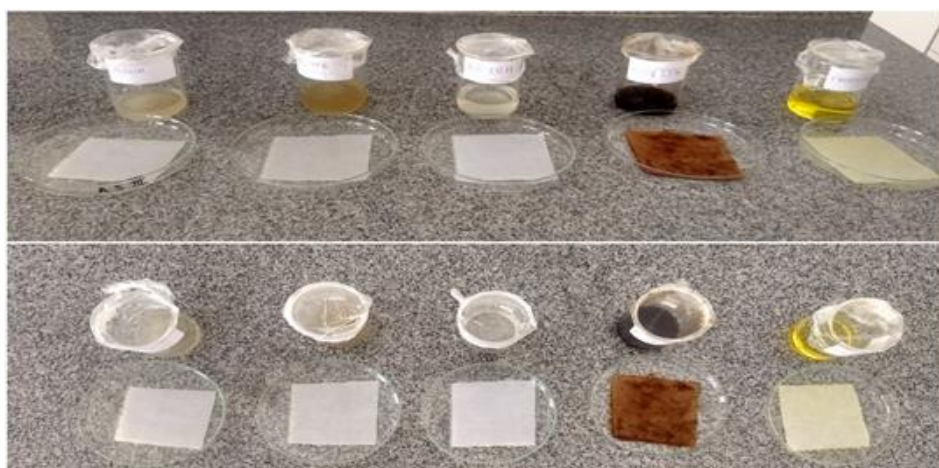
Fonte: Autores (2020).

A figura anterior nos mostra a etapa dos ensaios indicando um dos solventes, no caso a água, é possível observar no lado esquerdo que o erlenmeyer ficou em contato direto com o agitador magnético. Já no lado direito podemos observar o processo de filtragem, sendo este o processo final para a obtenção de cada um dos extratos.

Após a obtenção dos extratos, foi realizada a aplicação dos mesmos em amostras de tecido de cor branca, essa etapa constituiu na imersão da amostra na solução, a duração desse

processo foi de 20 minutos à temperatura ambiente, a Figura 3 mostra o procedimento descrito. Em seguida, as amostras foram colocadas na estufa a uma temperatura de 50 °C por duração de 20 horas para secagem. Passado o tempo de secagem realizou-se a lavagem do tecido, a fim de testar a fixação do corante, sendo assim, mais uma vez deixou-se que eles ficassem em secagem novamente na estufa por um período menor de tempo, apenas 2 horas dessa vez, com temperatura de 40° C.

Figura 3. Aplicação dos corantes obtidos amostras de tecido de fibra 100% algodão.



Fonte: Autores (2020).

É possível observar na figura acima os corantes produzidos após todos os processos de extração, a frente de cada uma destas amostra estão também as amostras de tecido após entrarem em contato com seus respectivos corantes.

Para se obter uma análise visualmente mais ampla da fixação dos pigmentos no tecido fez-se um teste de Microscopia Óptica com um microscópio da marca Physis utilizando o aumento da lente objetiva em 10x (faixa amarela) proporcionando um aumento no campo visão ocular.

3. Resultados e Discussão

3.1 Extração em Solvente Orgânico

Como solventes orgânicos foram utilizados álcool 70% e propanona. A partir destes testes pode-se observar que a propanona P.A., conhecida por acetona (C_3H_6O) extraiu os pigmentos do bagaço do caju de forma mais eficiente do que o álcool 70% (etílico), pois

aparentemente o extrato da propanona mostrou maior intensidade de coloração visualmente no extrato obtido, conforme pode ser observado na observar na Figura 4.

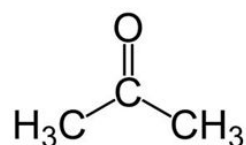
Figura 4. Extratos obtidos com Álcool 70% e com Propanona P.A.



Fonte: Autores (2020).

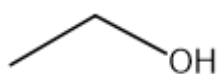
Note que a Figura 4 mostra a diferença de intensidade citada anteriormente, tal fato se deu devido a possibilidade da formação de ligações de hidrogênio entre o grupo funcional carbonila presente na acetona e os pigmentos presentes no bagaço do caju, já que no álcool, o oxigênio de seu grupo funcional hidroxila não está tão desimpedido quanto o oxigênio da carbonila presente na propanona, as Figuras 5 e 6 mostram as estruturas predominantes destes solventes, enquanto que as Figuras 7 e 8 mostram exemplos das estruturas de pigmentos presentes no bagaço do caju. O caráter mais apolar da propanona também é um fator que influencia a interação entre essa molécula e os pigmentos, favorecendo uma melhor extração.

Figura 5. Estrutura da propanona.



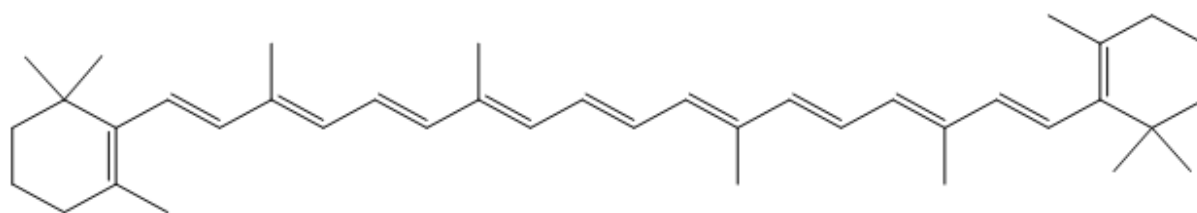
Fonte: Autores (2020).

Figura 6. Estrutura do álcool etílico.



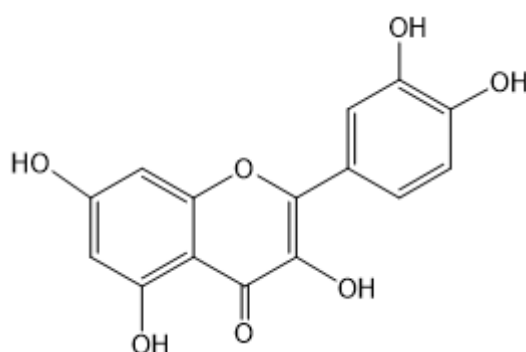
Fonte: Autores (2020).

Figura 7. Molécula do β -caroteno, um exemplo de um dos carotenoides presente no caju.



Fonte: Autores (2020).

Figura 8. Exemplo de molécula da quercetina, um dos flavonoides presentes no caju.



Fonte: Autores (2020).

3.2 Em Solvente Inorgânico

Foram utilizados como solventes inorgânicos, água destilada, HCl à 1,0 M e NaOH à 1,0 M. Dos extratos obtidos com estes solventes apenas o do hidróxido de sódio apresentou um resultado de extração satisfatório, pois foi este que apresentou maior intensidade na coloração obtida, chegando a apresentar uma cor avermelhada, conforme pode ser observado na Figura 9.

Figura 9. Extratos obtidos para os solventes HCl 1,0 M, água destilada e NaOH 1,0 M.



Fonte: Autores (2020).

Percebe-se na figura anterior que não houve mudança significativa na coloração dos extratos com HCl e com a água, enquanto o extrato de NaOH já aparece com uma cor bem mais intensa comparada no geral a todos os ensaios desenvolvidos neste trabalho.






Tais resultados foram possíveis devido a diferença de pH desses solventes, pois quanto menor for o pH, menor será a extração, como visto no ensaio anterior. Segundo concepções de Viana (2012) esse resultado pode ser explicado pelas modificações ocorridas na estrutura dos pigmentos quando estes são submetidos a diferentes valores de pH. Sendo assim, analisando as amostras, podemos avaliar que aquela com um pH mais elevado, meio básico, melhor será o resultado da extração para os pigmentos presentes no bagaço do caju, assim como foi apresentado no extrato obtido a partir do NaOH.

Analisando a possibilidade da mudança na estrutura dos pigmentos com o aumento do caráter básico na solução, pudemos comprovar este fato devido a mudança de tom apresentada nas amostras, pois quando utilizamos um solvente com pH alto como o do hidróxido de sódio, (pH=14), o mesmo ao entrar em contato com o bagaço do caju, proporcionou ao ensaio uma reação rápida em que o extrato obtido apresentou instantaneamente uma coloração avermelhada intensa.

3.3 Aplicação dos Extratos em Tecido de Fibra 100% Algodão

A partir da aplicação dos extratos no tecido branco de fibra 100% algodão e os processos de secagem foi possível obter os resultados mostrados no Quadro 2.

Quadro 2. Amostras de tecido após os procedimentos de aplicação dos extratos.

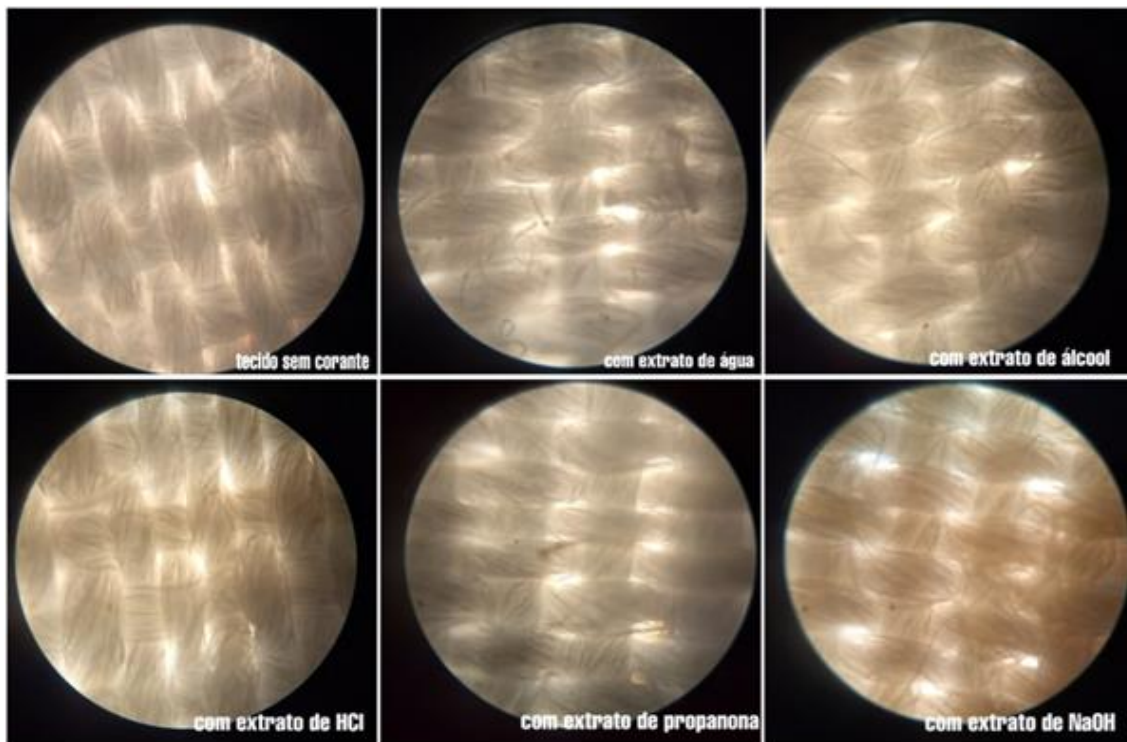
Água	Álcool	HCl	Propanona	NaOH
				

Fonte: Autores (2020).

No quadro acima é possível observar a diferença de cor nas amostras para cada um dos extratos utilizados, nos extratos com a propanona e o hidróxido de sódio constam uma maior diferença de cor. O quadro também nos informa qual extrato teve menor eficácia no processo de tintura visualizando o mesmo da esquerda para a direita.

Com o auxílio do microscópio foi possível se ter uma visão ampliada da fibra do tecido após tingido pelos extratos em a escala ótica aumentada com objetiva de 10x/0.25. Os resultados dessa etapa podem ser observados na Figura 10.

Figura 10. Amostras dos tecidos tingidos com campo de visão aumentado em objetiva de 10X.



Fonte: Autores (2020).

Analisando a Figura 10 é possível observar uma maior diferença, principalmente do tecido “virgem” para o tecido com a presença do extrato de NaOH. Para as outras amostras contendo os outros extratos, a diferença observada a partir do microscópio é pouco visível, pois ambas apresentam uma escala de cor aproximada.

Como não foi utilizado nenhum tipo de mordente, a cobertura da fibra de tecido não foi tão eficaz, como já era previsto, pois segundo Kuhn et al., (2017), normalmente o corante é aplicado na forma de solução aquosa e quando se tem um mordente, a fixação do corante na fibra é melhorada consideravelmente. Uma possibilidade para que não ocorra os vazios observados na figura anterior, e para que a interação entre a fibra do tecido e o corante ocorresse de forma mais eficaz, os autores consideram que a utilização de um mordente, melhoraria a fixação do corante, sendo esta uma proposta que para análises futuras.

4. Considerações Finais

A metodologia desenvolvida para extração do corante natural do bagaço de caju mostrou-se eficiente, por meio dela foi possível extrair os pigmentos presentes no bagaço do

caju. A partir da obtenção do extrato foi possível demonstrar a utilização do mesmo em amostras de tecido, entretanto observou-se a necessidade de desenvolver futuramente métodos de fixação do extrato como corante, para proporcionar melhores resultados.

Uma das finalidades deste estudo foi contribuir principalmente com os princípios 2, 3, 5 e 7 da Química Verde, visando uma obtenção do corante para tingimento de tecidos de forma sustentável, já que o corante natural passa por menos processos durante sua produção do que os corantes sintéticos passam, além de não haver para o primeiro um descarte de substâncias tóxicas durante o processo de tingimento do tecido.

O desenvolvimento deste estudo permitiu que novas análises sobre os pigmentos do bagaço do caju possam ser feitas futuramente, como a utilização do mesmo como um indicador ácido e base, já que estes pigmentos mostraram diferença de coloração de acordo com a diferença de pH das soluções utilizadas para obtenção dos extratos. Além de buscar formas de propor a presença dos pigmentos nos extratos através do uso de técnicas analíticas, como o uso da cromatografia.

Referências

Amchova, P., Kotolova, H., & Ruda-Kucerova, J. (2015). Health safety issues of synthetic food colorants. *Regulatory toxicology and pharmacology*, 73(3), 914-922.

Barbosa, M. M. (2010). *Obtenção de carotenóides e flavonóides a partir do bagaço do pedúnculo do caju por maceração enzimática e prensagem*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. CE. Brasil. Recuperado de http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFC-7_8b5e5620f3be87896b3e71b54331f1e8.

Bondioli, F., Manfredini, T., & Oliveira, A. P. N. Pigmentos Inorgânicos: Projeto, Produção e Aplicação Industrial. (1998) *Cerâmica Industrial*, 3(4-6), 4-6.

Correia, S. D. J., David, J. P., & David, J. M. (2006). Metabólitos secundários de espécies de Anacardiaceae. *Química Nova*, 29(6), 1287-1300.

D'Agostini, S., Bacilieri, S., Hojo, H., Vitiello, N., Bilynskyj, M. C. V., Batista-Filho, A., & Rebouças, M. M. (2013). Ciclo econômico do pau-brasil-Caesalpinia echinata Lam., 1785. *Páginas do Instituto Biológico*, São Paulo, 9(1), 15-30.

Dallago, R. M., Smaniotto, A., & Oliveira, L. C. A. D. (2005). Resíduos sólidos de curtumes como adsorventes para a remoção de corantes em meio aquoso. *Química Nova*, 28(3), 433-437.

Araújo, M. E. M. (2006). Corantes naturais para têxteis—da antiguidade aos tempos modernos. *Conservar patrimônio*, (3-4), 39-51.

Hassemer, M. E. N., & Sens, M. L. (2002). Tratamento do efluente de uma indústria têxtil. Processo físico-químico com ozônio e coagulação/floculação. *Engenharia sanitária e ambiental*, 7(1), 30-36.

Kuhn, D., Cesconetto, G. L., de Aguiar, G. C.O., & de Aguiar, C. R. L. (2017). Interferência da aplicação de mordentes no tingimento de fibras de algodão com resíduo sólido da produção de vinho com uva Teroldego. *Anais do Forum Internacional De Resíduos Sólidos*. Curitiba, PR, Brasil, 8.

Lenardão, E. J., Freitag, R. A., Dabdoub, M. J., Batista, A. C. F., & Silveira, C. D. C. (2003). "Green chemistry": os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. *Química Nova*, 26 (1), 123-129.

Otero, D. M., Bulsing, B. A., Huerta, K. D. M., Rosa, C. A., Zambiasi, R. C., Burkert, C. A., & Burkert, J. F. D. M. (2019). Carotenoid-producing yeasts in the Brazilian biodiversity: Isolation, identification and cultivation in agroindustrial waste. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 36(1), 117-129.

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [e-book]. Santa Maria, Ed. UAB/NTE/UFSM. Recuperado de https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.

Picolli, H. H. (2008). *Determinação do Comportamento Tintorial de Corantes Naturais em Substrato de Algodão*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis. SC. Recuperado de <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/92146/260091.pdf?sequence=1>.

Pinheiro, A. N. *A Química dos Pigmentos?* Universidade de Campinas, 2010. Recuperado de <http://gpquae.iqm.unicamp.br/textos/T10.pdf>

Pizato, E., Lopes, A. C., Rocha, R. D. C., Barbosa, A. D. M., & Cunha, M. A. A. D. (2017). Caracterização de efluente têxtil e avaliação da capacidade de remoção de cor utilizando o fungo *Lasiodiplodia theobromae* MMPI. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 22 (5), 1027-1035.

Rodriguez-Amaya, D. B., Kimura, M., & Amaya-Farfán, J. (2008). *Fontes brasileiras de carotenoides* [Tabela Brasileira de Composição de Carotenoides em Alimentos]. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Floresta.

Sousa, F. C. D. A., Moreira, L. R. S., Oliveira, J. M. S., Brito, M. M., Barros, N. V. A., Santos, G. M., Abreu, B. B. & Sousa, P. V. L.. (2020). Checking dyes through the labeling of foods intended for children. *Research, Society and Development*, 9(7), 1-13.

Tavares, F. P., Souza, D. L., & Santos, K. G. (2020). Methylene Blue Biosorption using sawdust of the *Apuleia Leiocarpa* genus. *Research, Society and Development*, 9(7), 1-17.

Tonin, F. G. (2006). *Análise de flavonoides por cromatografia líquida de alta eficiência e eletroforese capilar - otimização de separação e aplicações tecnológicas*. 2006. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Paulo. SP. Brasil. Recuperado de http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/46/46133/tde-18052016-154514/publico/Fernando_Gustavo_Tonin_Doutorado.pdf

Viana, T. C. (2012). *Corantes naturais na indústria têxtil, como combinar experiências do passado com as demandas do futuro*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Minas Gerais. Belo Horizonte. MG. Brasil. Recuperado de http://www.um.pro.br/prod/_pdf/001074.pdf

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Elaine Cristina de Souza – 40%

Raquel de Souza Borges – 20%

Lech Walesa Oliveira – 20%

Rafael Augusto Ventura – 20%