

EXTRAÇÃO DO CORANTE NATURAL DAS SEMENTES DE URUCUM PARA APLICAÇÃO EM TECIDO DE ALGODÃO UTILIZANDO ÁCIDO ACÉTICO COMO AGENTE FIXADOR DE COR

ARBOITE, Camila Goulart.¹
MARPELO, Jessica²
LUSSOLI, Rosineide Junkes.³

RESUMO

O tingimento têxtil é um dos grandes poluidores dos recursos hídricos existentes, sendo assim é notório a busca por alternativas sustentáveis, como a utilização de corantes naturais nos processos de tinturaria. Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de extrair corante natural das sementes de Urucum para aplicação em tecido de algodão utilizando ácido acético como agente fixador de cor. A metodologia empregada baseia-se em um processo de extração sólido-líquido utilizando acetona:etanol como solvente, realizado por duas horas a 55°C. A caracterização dos carotenóides bixina e norbixina foi realizada em espectrofotômetro. Com este estudo, obteve-se 89,1% de rendimento pelo processo de extração. A utilização do ácido acético como fixador de cor, se mostrou satisfatório na concentração de 50%. Espera-se com a realização deste estudo contribuir para que o uso de corantes naturais seja mais utilizado em tingimentos de têxteis, de modo a diminuir os impactos causados pelos efluentes têxteis industriais.

Palavras-chave: Urucum, Extração, Tingimento

1 INTRODUÇÃO

Segundo a Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (ABIT), o setor têxtil possui um papel importante no PIB (Produto Interno Bruto) do Brasil, sendo o segundo maior setor da indústria de transformação que mais empregou pessoas em 2020. Em contrapartida, de acordo com dados do Banco Mundial, estima-se que o tingimento têxtil seja um dos grandes poluidores de água na Terra, contribuindo com 20% de toda a poluição de nossos recursos hídricos.

¹Graduanda do Curso de Engenharia Química do Centro Universitário UNISOCIESC, camilaarboite.7841@aluno.unisociesc.com.br; ²Graduanda do Curso de Engenharia Química do Centro Universitário UNISOCIESC, jessicamarpele.7498@aluno.unisociesc.com.br; ³Professora orientadora: Doutora, Centro Universitário UNISOCIESC, rosineide.lussoli@unisociesc.com.br

Nas indústrias têxteis a tinturaria é responsável pela maior parte do consumo de água, gerando cerca de 50 a 100 L de efluente por quilo de tecido produzido. Arslan *et al.*, (2008) relata que do ponto de vista ambiental o tingimento é preocupante em razão da complexidade dos produtos químicos agregados ao processo.

Por volta de 1856, as indústrias implementaram o uso de corantes sintéticos em seus processos, pois eles apresentam maior estabilidade em relação aos corantes naturais, que sofrem alteração quando expostos a variações de temperaturas e pH. Os corantes naturais são menos agressivos à saúde humana e causam menos impactos ambientais. Como circunstância desse fato, há um estímulo para realização de pesquisas com fontes naturais que supram a necessidade das indústrias (COSTA, 2010).

Os impactos negativos que o descarte incorreto e a má gestão de resíduos industriais podem ocasionar no meio ambiente, nos motivam a buscar processos sustentáveis que estejam atrelados a lucratividade das indústrias e melhora na saúde e qualidade de vida das pessoas.

Alves *et al.*, (2006) estudou o método de extração por etanol variando o tempo entre quinze minutos, trinta minutos e duas horas, e obteve o melhor rendimento da extração, após duas horas com resultado com 79,18%.

O objetivo deste estudo é extrair o corante natural das sementes de Urucum utilizando acetona:etanol como solvente e avaliar o comportamento tintorial do corante natural de urucum no processo de tingimento de substrato de algodão, utilizando ácido acético como fixador de cor.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

No presente capítulo, serão abordados tópicos relevantes à fundamentação da pesquisa, trazendo embasamento teórico referente a extração do corante natural do urucum e seus principais carotenóides bixina e norbixina.

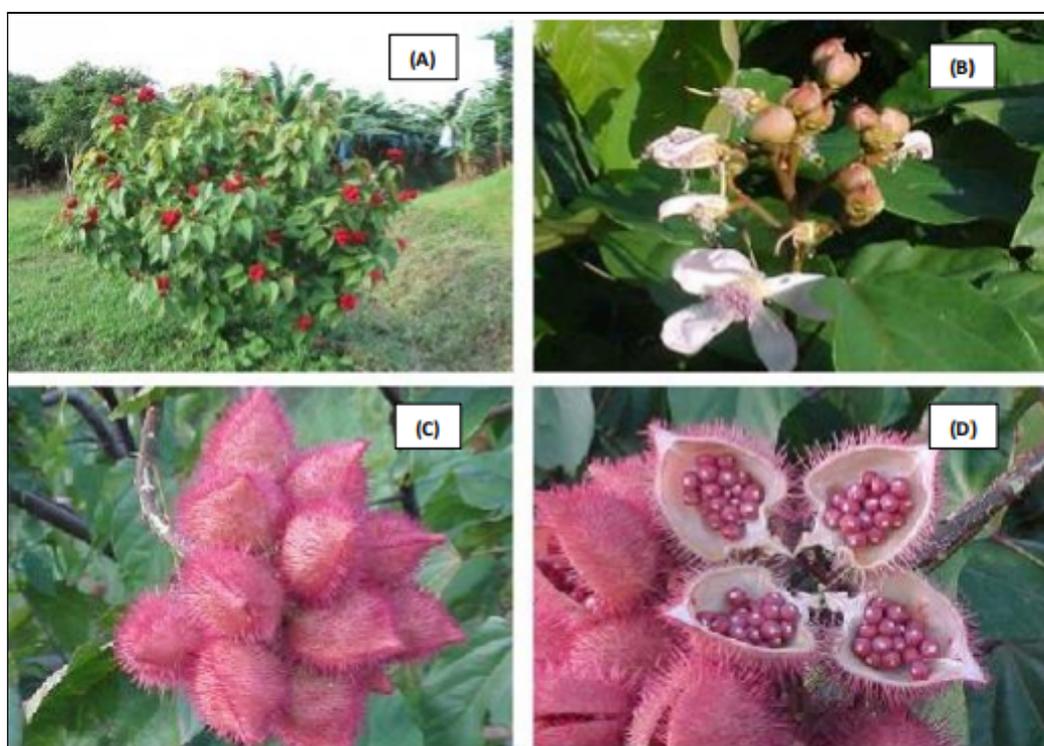
2.1 URUCUM

A palavra urucum tem origem na linguagem Tupi-Guarani “uru-ku” e significa “vermelho”. Desde a antiguidade os habitantes das Américas Central e do Sul utilizavam o urucum como corante para tingir seus artefatos de caça, pesca, vestimentas, enfeites de guerra e o próprio corpo (CORLETT *et al.*, 2007).

O urucum (*Bixa orellana*) é uma planta da família das Bixáceas nativa da Floresta Amazônica e da Mata Atlântica. Pertencente ao sistema agroflorestal semi-arbóreo, recebe o nome de urucuzeiro (ARAUJO NETO *et al.*, 2018).

É um arbusto de crescimento rápido, podendo atingir 5 metros de altura, possui flores e produz frutos chamados de cachopas. No interior das mesmas encontram-se as sementes, estas variam a quantidade dependendo da variedade de cada planta conforme visualizado na Figura 1 (CASTRO *et al.*, 2009; FRANCO *et al.*, 2008).

Figura 1 - Partes do Urucuzeiro (a) Arbusto do urucuzeiro. (b) Floração do urucuzeiro. (c) Frutos e cachopas do urucuzeiro. (d) Sementes do urucum.



Fonte: Adaptado de Franco *et al.*, (2008).

Quanto à composição, apresenta 30% do peso total dos carotenóides, o restante dos 70% são as cinzas, proteínas, lipídeos, carboidratos e umidade (CARVALHO *et al.*, 1991).

Segundo dados do IBGE (2009) estima-se que a produção anual seja de 17 mil toneladas, das quais 12 mil são originárias do Brasil. No Brasil, seu cultivo está espalhado por várias regiões do país, São Paulo é a região que apresenta maior quantidade produzida, cerca de 28%, seguido por Rondônia (16%), Bahia (13%), Pará (12%), Minas Gerais (11%) e Paraná (9%) (IBGE, 2016). Desta forma, a produção de urucum in natura é pequena, e por vezes, não consegue suprir o mercado interno (FRANCO *et al.*, 2008).

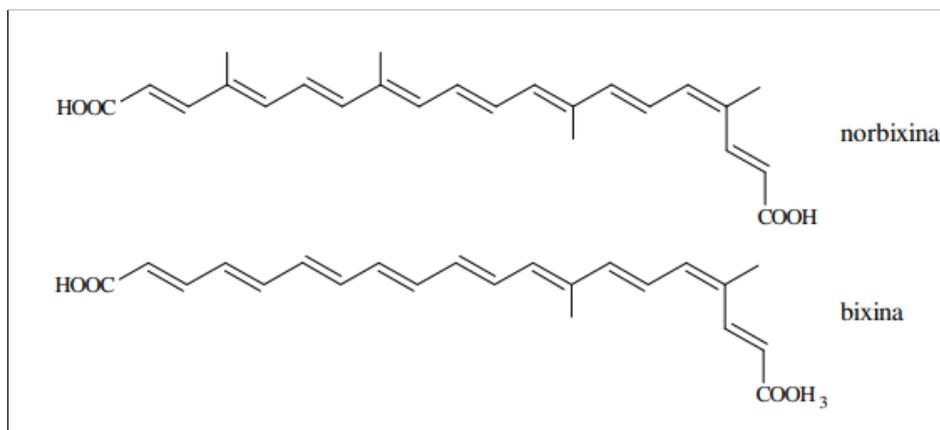
2.2 BIXINA E NORBIXINA

A bixina é um pigmento lipossolúvel que utiliza óleo para sua extração, já a norbixina é solúvel em água. (MENDES *et al.*, 2006). A bixina representa mais de 80% dos carotenóides da semente de urucum, enquanto a norbixina é encontrada em pequenas quantidades e pode também ser produzida pelo processo de saponificação da bixina (BARETH *et al.*, 2002).

O tipo de solo e o clima são os responsáveis pela variação do teor de pigmentos das sementes. Pode-se encontrar sementes com menos de 1% e até com mais de 4% de bixina. A coloração vermelha está diretamente relacionada ao percentual da bixina, e a coloração amarela é resultado do percentual de norbixina (OLIVEIRA, 2004).

A bixina é um éster monometílico, e a norbixina um ácido dicarboxílico, de acordo com a estrutura química apresentada na Figura 2.

Figura 2 - Representação da estrutura química da bixina e da norbixina.



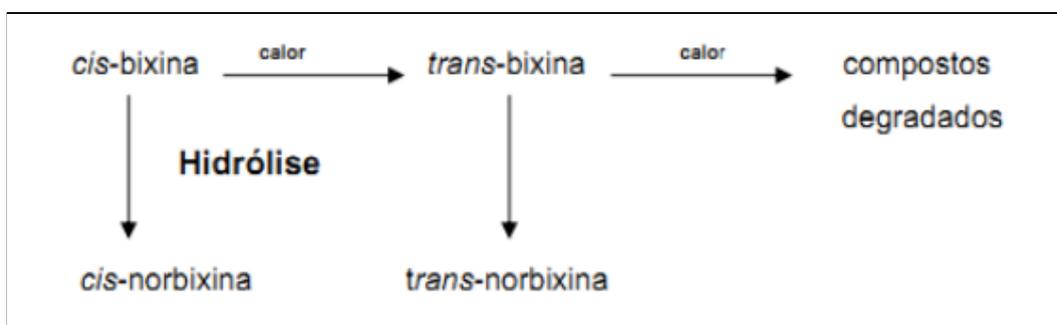
Fonte: DIAS, (2010).

2.3 EXTRAÇÃO DO CORANTE NATURAL DE URUCUM

A extração do corante de urucum é feita a partir da camada externa das sementes, onde se encontra mais de 80% dos carotenóides totais, inclusive a bixina e a norbixina (SILVA, 2007).

Os carotenóides apresentam duas configurações estereoquímicas. A *cis*-bixina é um éster monometílico e a *cis*-norbixina que é um ácido carboxílico e possui nove ligações olefínicas conjugadas com a configuração *cis*. Esta configuração é instável, e em solução sob aquecimento pode ser parcialmente transformada na configuração *trans*, mais estável, como mostra a Figura 3.

Figura 3 – Inter-relação entre os diferentes pigmentos do urucum.



Fonte: SILVA, (2007).

Em conformidade com Silva (2007) os métodos de extração podem envolver duas possibilidades: a produção de bixina por extração com solventes orgânicos e a extração da norbixina através da hidrólise em meio alcalino.

De acordo com com Prentice *et al.*, 1992 os três métodos mais utilizados para extrair o corante das sementes são: (1) a extração aquosa alcalina, onde ocorre a conversão da bixina de uma forma de éster monometílico lipossolúvel (possui afinidade com óleos e gorduras) a sal de norbixina hidrossolúvel (possui afinidade com água); (2) a extração em óleo, que resulta na remoção da bixina das sementes além de pequenas quantidades de outros materiais coloridos lipossolúveis, e; (3) a extração com solventes orgânicos, que resulta na forma mais pura do corante bixina.

Todos os métodos utilizados para extração de bixina e norbixina estão baseados na operação unitária de extração sólido-líquido ou lixiviação. A lixiviação é um método que consiste na transferência de um soluto presente em um sólido para um solvente, que é a fase líquida (GEANKOPLIS, 2003).

De acordo com Lancaster e Lawrence (1996), a temperatura e o tempo de aquecimento do processo são responsáveis pela coloração obtida no corante final.

2.4 CORANTES SINTÉTICOS E NATURAIS: APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA TÊXTIL

Pigmentos são substâncias de cor intensa que conferem coloração a um material por meio de processos como adsorção, retenção mecânica ou ligações químicas, que dependem da afinidade com a matriz (ABIQUIM, 2012).

Há cerca de 4000 anos atrás, eram utilizados pigmentos naturais para decoração de objetos, adornos pessoais, e principalmente para tingir os têxteis com os quais cobriam o corpo. Com a descoberta dos corantes sintéticos pelo químico William Perkin, em 1856, as indústrias passaram a utilizá-los em seus processos, devido à maior estabilidade que eles apresentam (MIRJALILI *et al.*, 2011).

Sapkal (2012), defende que o tingimento é o processo da indústria têxtil que envolve maior consumo de água, e gera quantidade de efluente com elevado teor de matéria orgânica na mesma proporção. A transferência de cor em forma de corantes

para as fibras têxteis não é um processo eficiente. Estima-se que 15% dos corantes produzidos no mundo são perdidos em águas residuais durante a síntese e processamento. Como resultado, a maioria dos efluentes produzidos pela indústria têxtil é colorida.

De acordo com Mirjali et al., (2011), a indústria têxtil é a que mais polui o meio ambiente. Para se processar uma tonelada de tecido utiliza-se cerca de 270 toneladas de água, gerando um efluente proporcional. Viana (2010) defende a tese de que existem dois caminhos para limitar o impacto ambiental do processamento têxtil. O primeiro é construir grandes estações de tratamento de efluentes altamente efetivas e o outro caminho é fazer uso de produtos que sejam amigos do meio ambiente, entre eles os corantes naturais, para assim diminuir a quantidade de efluentes produzidos.

Portanto, o uso de corantes naturais é uma alternativa para redução dos impactos ambientais ocasionados pela indústria têxtil. O estudo a respeito da aplicabilidade deste tema caminha de forma lenta, o que ocasiona uma instabilidade aliada a falta de conhecimento a respeito do assunto. Desse modo, são crescentes os estudos para que se minimize os impactos mediante alternativas que sejam além de benéficas à natureza, técnicas e comercialmente viáveis (LUCARINI *et al.*, 2017; DIAS, 2010).

2.5 TINGIMENTO E FIXAÇÃO DE CORANTES NA INDÚSTRIA TÊXTIL

Picolli (2008), relata que os corantes têm a propriedade de absorver apenas determinadas radiações, difundindo as restantes, provocando assim uma sensação de cor. Os corantes são compostos que dão cor ao material a que se “ligam”, através da retenção seletiva da luz a comprimentos de onda definidos.

Ainda de acordo com Piccolli (2008), o processo de transferência de corante da água para a fibra é chamada de “esgotamento do banho” ou “taxa de fixação”, como exemplo, se este percentual de esgotamento é 100%, todo o corante seria absorvido pelo tecido. Em média os corantes sintéticos apresentam uma taxa de esgotamento de 70%, isso significa que 30% do corante utilizado não é fixado na fibra, sendo assim levado para os efluentes industriais.

Os pigmentos são substâncias corantes insolúveis que são depositadas à superfície das fibras por “colagem” por isso podem ser aplicadas a todos os tipos de fibras. Devido a não haver qualquer afinidade ou ligação direta com a fibra, os pigmentos não podem ser considerados corantes. Geralmente são usadas resinas ligantes (comumente chamado plastisol) para fixar os pigmentos no substrato. (EPA, 1997).

De acordo com Alves (2005), o ácido acético no processo de tingimento têxtil, tem sua principal utilização no tingimento de tecidos de algodão com corantes dispersos, na neutralização de tecidos tratados em meio alcalino, auxiliando na fixação do corante no tecido tingido.

3 METODOLOGIA

O presente capítulo aborda a caracterização da pesquisa, o ambiente em que o trabalho foi realizado, bem como as etapas que seguiram este estudo.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa caracteriza-se de forma bibliográfica e experimental. Os procedimentos da pesquisa foram de caráter exploratório onde a etapa inicial deu-se através de uma pesquisa quantitativa, onde foi extraído o corante natural de urucum, seguido da caracterização dos carotenóides norbixina e bixina, e por fim a pesquisa aplicou o tingimento do corante de interesse com um agente de fixação de cor.

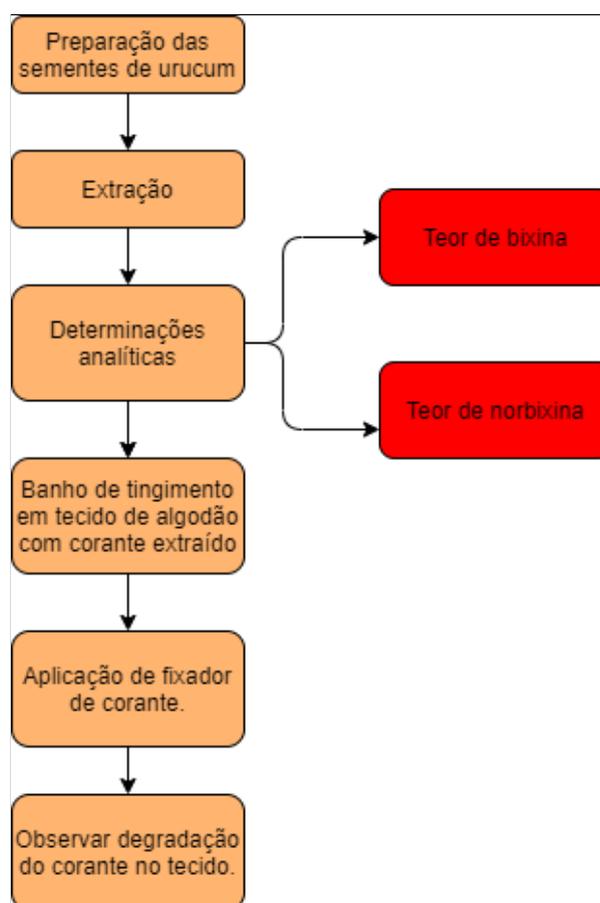
3.2 AMBIENTE DA PESQUISA

Os procedimentos para a extração, às análises quantitativas, o banho de tingimento com o corante extraído, e a aplicação do agente fixador de cor foram realizados no laboratório químico do Centro Universitário Sociesc - UNISOCIESC.

3.3 ETAPAS DA PESQUISA

O procedimento experimental desenvolvido durante esta pesquisa, foi realizado de acordo com a Figura 4, adaptado dos artigos de Silva (2007) e Lucarini, et al., (2017).

Figura 4 - Etapas do procedimento experimental.



Fonte: As autoras, (2021).

3.3.1 Preparação das sementes de urucum

As sementes de urucum foram adquiridas a granel em uma loja de produtos naturais da cidade de Joinville/SC. Para reduzir a granulometria das sementes adquiridas, foi necessário submetê-las ao processo de moagem em um triturador doméstico.

Depois de realizada a moagem, o sólido triturado passou pelas peneiras de série *Tyler*, a fim de obter partículas de 100 mesh e depois foi submetido a agitação mecânica para separação de frações com tamanhos diferentes do desejado, como demonstra a Figura 5.

Figura 5 - Agitador mecânico para peneiras de série Tyler



Fonte: As autoras, (2021).

Depois de passar pela separação mecânica, seguiram para análise de extração apenas as partículas com tamanho de 100 mesh.

3.3.2 Extração

Para obtenção do corante natural de urucum realizou-se extração sólido-líquido utilizando acetona: etanol (50%) como solvente.

Primeiramente, pesou-se 10 gramas de urucum em triplicata, em um segundo momento adicionou-se 100 mL da solução de extração etanol: acetona (1:1). As misturas foram postas em banho termostático a 55°C durante duas horas, para a

extração do corante de urucum. A proporção de sólido/solvente escolhida foi 0,1 ($g_{\text{urucum}} / g_{\text{solvente}}$) para evitar a saturação do solvente.

Antes de realizar o tingimento, as amostras de corante passaram pelo processo de filtração a vácuo pois tinham um volume maior de amostra final. Enquanto as amostras utilizadas para caracterização da bixina e da norbixina foram filtradas em papel devido ao menor volume das alíquotas.

A filtração foi realizada para que não tivessem impurezas no corante de urucum e para que a torta formada não alterasse os resultados no espectrofotômetro devido à partículas suspensas. Por fim calculou-se o rendimento da extração, que foi realizado a partir da divisão do peso final da amostra, pelo peso inicial.

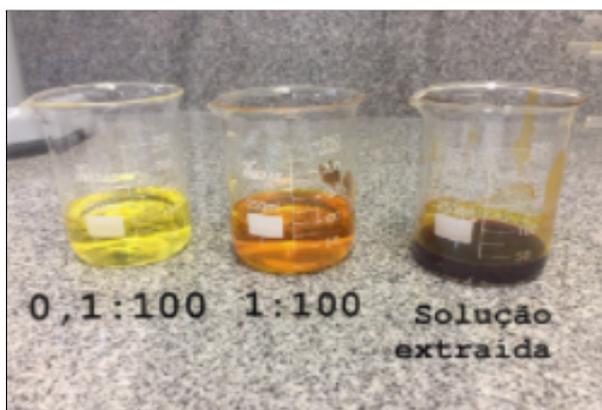
3.3.3 Determinações Analíticas

Durante a extração do corante de urucum, foram retiradas alíquotas de 5 mL em duplicata durante duas horas com intervalos de 30 minutos entre uma alíquota e outra, para que avaliar o comportamento da concentração x tempo dos carotenóides bixina e norbixina presentes no urucum.

Inicialmente as alíquotas passaram por filtração em papel para que a borra não atrapalhasse a leitura da absorbância das amostras no espectrofotômetro.

Em seguida foram diluídas em clorofórmio para determinação do teor de bixina, e em solução 2,5% de hidróxido de potássio (KOH) para conhecer o teor de norbixina. Para leitura da absorbância, foi necessário a diluição de corantes 0,1:100 em balão volumétrico, em razão da concentração de cor do corante. Na imagem da Figura 6 observa-se a coloração das amostras, antes e depois das diluições.

Figura 6 - Diluição das amostras antes da leitura da absorbância.



Fonte: As autoras, (2021).

Após realizada a diluição das amostras em clorofórmio e hidróxido de potássio, ajustou-se o equipamento espectrofotômetro. Para leitura da absorbância do carotenóide bixina utilizou-se o comprimento de onda de 498 nm, e para a norbixina o comprimento de onda para análise é de 482 nm. Os comprimentos de onda se diferem em razão da variação de cor entre eles, a norbixina é de coloração alaranjada, enquanto que a bixina é de coloração avermelhada.

Através da Equação 1 conforme Bareth *et al.*, (2002), com as absorbâncias conhecidas pode-se encontrar-se a concentração das amostras em estudo.

$$\beta = \frac{A_{\lambda} \cdot 1000}{E_{1cm}^{1\%}} \quad (1)$$

A Equação 1 de Bareth *et al.*, (2002) traz A_{λ} como o valor de absorbância lida, é a concentração de bixina ou norbixina na solução (mg/L) e $E_{1cm}^{1\%}$ o coeficiente de absorvidade que é um valor constante de 2870.

3.3.4 Banho de tingimento em algodão com o corante extraído

Primeiramente, cortou-se o tecido de algodão em pedaços de aproximadamente 0,5 gramas. Logo após o mesmo foi banhado no corante de urucum extraído. Durante o banho de tingimento, o tecido ficou em contato com o corante extraído por cerca de 10 minutos a 120°C em uma chapa de aquecimento. Ao término do tingimento, o tecido ficou por 5 minutos na estufa a 120°C.

3.3.5 Fixação de cor utilizando ácido acético

Inicialmente, preparou-se as misturas de ácido acético com água, mistura esta realizada em três concentrações diferentes: ácido acético puro, 75% ácido acético + água, e 50% ácido + água.

Em seguida, as fibras tingidas com corante de urucum foram submetidas ao banho com ácido acético, as mesmas ficaram em contato com as misturas por 15 minutos, e para finalizar o processo, as fibras foram lavadas em água corrente e secas em estufa a 120°C por 3 minutos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta unidade serão apresentados e discutidos os resultados obtidos, mediante as análises da extração sólido-líquido do corante natural de urucum.

4.1 EXTRAÇÃO DO CORANTE NATURAL DE URUCUM

A partir da extração do corante de urucum, observa-se que quanto maior a razão mássica ($g_{\text{urucum}} / g_{\text{solvente}}$), maior a torta acumulada no fundo do Bécker. Por isso escolheu-se a razão mássica de 10% ($g_{\text{urucum}} / g_{\text{solvente}}$), para que a torta não impedisse a agitação mecânica da amostra. Na Figura 7 pode-se observar a torta acumulada na extração do corante de interesse.

Figura 7 - Torta acumulada após a filtração a vácuo do corante filtrado



Fonte: As autoras, (2021).

Com o desenvolvimento deste trabalho, foi possível obter um rendimento médio de 89,2%. Alves *et al.*, (2006) obteve um rendimento de 79,18% quando estudou o método de extração por etanol durante duas horas. Atribuimos esse aumento devido à escolha do solvente, uma vez que o método utilizado por Alves *et al.*, (2006) favorece à extração do pigmento mais polar.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DA BIXINA

A Tabela 1, demonstra os valores de concentração do carotenóide bixina obtidos ao longo das duas horas de extração.

Tabela 1 - Concentração do carotenóide bixina versus Tempo

| Tempo (min) | Absorbância | Concentração (mg/L) |
|-------------|-------------|---------------------|
| 15 | 0,322 | 0,112 |
| 30 | 0,457 | 0,159 |
| 60 | 0,705 | 0,246 |
| 90 | 0,846 | 0,295 |
| 120 | 0,543 | 0,189 |

Fonte: As autoras, (2021).

Nota-se que a maior concentração 0,295 mg/L foi obtida no tempo de 90 minutos, e que depois desse tempo ocorre a saturação do solvente.

4.3 CARACTERIZAÇÃO DA NORBIXINA

A Tabela 2 traz as concentrações do carotenóide norbixina ao longo do tempo de extração. Assim como a extração da bixina, a melhor concentração 0,165 mg/L foi obtida no tempo de 90 minutos.

Tabela 2 - Concentração do carotenóide Norbixina versus Tempo

| Tempo (min) | Absorbância | Concentração (mg/L) |
|-------------|-------------|---------------------|
| 15 | 0,275 | 0,095 |
| 30 | 0,272 | 0,094 |
| 60 | 0,385 | 0,134 |
| 90 | 0,476 | 0,165 |
| 120 | 0,372 | 0,129 |

Fonte: As autoras, (2021).

Os resultados obtidos a partir da caracterização da bixina e da norbixina, demonstram uma compatibilidade com a literatura, uma vez que Bareth (2002), apresenta que a norbixina é encontrada em quantidades menores que a bixina.

4.4 TINGIMENTO DO TECIDO

A partir da realização do banho de tingimento, verificou-se que o corante natural de urucum aderiu às fibras de algodão. Durante o processo de tingimento, não foi possível deixar a fibra de algodão em contato com o corante extraído a 120° por mais de 10 minutos. Uma vez que, a solução é extremamente volátil e nesta temperatura volatiliza rapidamente. É possível que com volume maior de corante, o resultado seja mais satisfatório.

Com o tecido já seco, observou-se a cor laranja avermelhado vibrante, característica da presença dos carotenóides norbixina e bixina. Verificou-se também, que após a secagem em estufa, embora a cor do tecido tingido seja satisfatória, o

mesmo deixou resíduos nas mãos conforme sua manipulação, dando indícios de que seria necessário um agente fixador de cor, para eliminar o aspecto negativo do tingimento. A Figura 8, demonstra a fibra de algodão seca, depois de passar pela estufa.

Figura 8 - Fibra de algodão seca tingida com corante de urucum.



Fonte: As autoras, (2021).

4.5 FIXAÇÃO DO CORANTE EXTRAÍDO

Diante a utilização do ácido acético como agente fixador de cor, observou-se que a concentração de 100% de ácido acético retirou em excesso a cor da fibra de algodão, como pode ser observado na Figura 9.

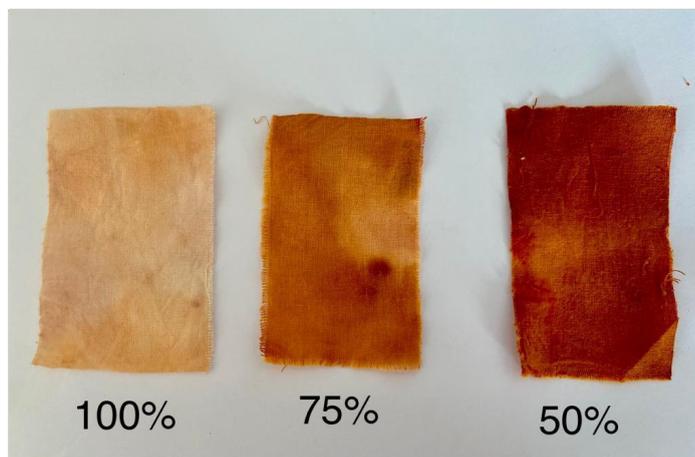
Figura 9 - Banho de fixação de cor utilizando ácido acético



Fonte: As autoras, (2021).

A amostra com ácido acético 50% em solução com água foi a mais indicada para estudo, pois melhorou a fixação do corante natural de urucum das fibras de algodão, como pode-se observar na Figura 10.

Figura 10 - Ácido acético como fixador de cor nas fibras de algodão



Fonte: As autoras, (2021).

Antes de aplicar o fixador de cor, a coloração das fibras eram mais intensas, como pode ser observado na Figura 8. O ácido acético melhorou a fixação da cor, o corante não deixou mais resíduos na manipulação das fibras.

Em contrapartida, à medida que aumentamos a concentração de ácido acético nas amostras, ele influencia de forma negativa alterando a coloração das fibras de algodão, pois em altas concentrações o ácido acético atua como solvente, extraíndo o pigmento das fibras. Seriam necessários testes em concentrações menores de ácido acético para avaliar a melhora na fixação de cor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Almejou-se na presente pesquisa extrair o corante natural das sementes de Urucum com solvente acetona: etanol 50% (v/v), quantificar as concentrações dos carotenóides e avaliar o comportamento tintorial do corante natural de urucum no processo de tingimento de substrato de algodão, utilizando ácido acético como fixador de cor.

Obteve-se o corante natural de urucum pelo processo de extração sólido-líquido utilizando acetona: etanol (50%) como solvente. Diante a extração obteve-se 89,1% de rendimento.

Com a caracterização dos carotenóides as melhores concentrações dos carotenóides foram obtidos em 90 minutos, concluiu-se que após este tempo não há mais eficiência do solvente de extração.

O banho de tingimento proposto pelo desenvolvimento desta pesquisa com o corante extraído aderiu às fibras de algodão, onde as fibras tingidas apresentaram cor avermelhada e intensa, característica da presença dos carotenóides presentes no urucum.

Quanto à fixação do corante proposta pelo agente fixador ácido acético, obteve-se menor degradação de cor na concentração de 50%. As demais concentrações testadas, não apresentaram fixação do corante. Embora o agente fixador tenha estabilizado a cor uniformemente, deixa-se a sugestão para futuros trabalhos o estudo de outros agentes fixadores de cor para serem substituídos nesse trabalho, de modo que o agente não degrade o corante das fibras de algodão de modo que não influencie na coloração obtida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus, por ter me dado forças para chegar até aqui, por me ajudar a superar todos os obstáculos durante essa longa caminhada.

Agradeço à minha família, em especial minha mãe Raquel, e meu marido Leonardo que acreditaram em mim, e sempre estiveram ao meu lado prestando todo apoio necessário. À minha avó que hoje não está mais aqui para presenciar esse momento, mas sei que aonde ela está, está muito feliz por essa conquista.

À minha parceira de tcc Jéssica Marpelo, pela dedicação e preocupação com a realização deste trabalho, que só foi possível concluir porque trabalhamos juntas.

À nossa orientadora Dr. Rosineide Lussoli Junkes, pela paciência e pelos ensinamentos, e demais professores que tive ao longo do curso, que me tornaram Engenheira Química.

Camila Goulart Arboite

Agradeço à minha família e amigos que sempre me incentivaram nessa jornada acadêmica, e principalmente à minha colega Camila Goulart Arboite pela paciência e dedicação ao presente trabalho.

Aos laboratoristas Matheus e Julia por toda a ajuda proporcionada ao longo do semestre, e também expresse minha gratidão à toda equipe do curso de Engenharia Química da Unisociesc.

Jéssica Marpelo

6 REFERÊNCIAS

ABIT – **Associação Brasileira da Indústria Têxtil**. Disponível em: <www.abit.com.br>. Acesso em 22 de mar. de 2021.

ABIQUIM- **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA**. Corantes e pigmentos. São Paulo, 2011. Disponível em: <abiquim.org.br>. Acesso em: 2 de maio de 2021.

ALVES, R. W.; SOUZA, A. A. U.; SOUZA, S. M. A. G. U. **Extração por agitação mecânica de sementes de urucum (*Bixa orellana* L.), purificação e análise dos extratos por espectrofotometria e HPLC**. Simpósio Brasileiro do Urucum. João Pessoa, PB. Anais. João Pessoa: Emepa, 2006.

ARAUJO NETO, A. C. *et al.*, **Germination and vigor of *Bixa orellana* L. seeds pre-soaked in a plant biostimulant**. Floresta, Curitiba, v. 48, n. 3, p. 293-302, 2018.

RSLAN-ALATON, I.; GURSOY, B. H.; SCHMIDT, J. E. **Advanced oxidation of acid and reactive dyes: Effect of Fenton treatment on aerobic, anoxic and anaerobic processes**. *Dyes and Pigments*, v. 78, p. 117-130, 2008.

BARETH, A.; STROHMAR, W.; KITZELMANN, E. **HPLC and spectrophotometric determination of annatto in cheese**. *European Food Research and Technology*, Heildeberg, v. 215, n. 4, p. 359-364, 2002.

CARVALHO, P. R. N.; HEIN M. **Urucum - Uma Fonte de Corante Natural**. Coletânea ITAL, Campinas, 19(1), p. 25-33, 1989.

CASTRO, M.L.; CURY, J.A; ROSALEN, P.L.; ALENCAR, S.M.; MASAHARU, I., DUARTE, S.; KOO, H. Própolis do Sudeste e Nordeste do Brasil: Influência da sazonalidade na atividade antibacteriana e composição fenólica. **Química Nova**. v. 30, n. 7, p. 1512-16, 2007.

CORLETT, Francisco M. F.; BARROS, Antônio Carlos S. A.; VILLELA, Francisco A., **Qualidade fisiológica de sementes de urucum armazenadas em diferentes ambientes e embalagens**. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v. 29, n. 2, p. 148- 158, 2007.

COSTA, A. S. **Tingimento de celulose produzida do pseudocaule da bananeira (*musa sp*) com corantes naturais**. 2010. 35 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2010.

EPA, Environmental Protection Agency. Profile of the Textile Industry. Washington, 1997.

FABRI, E.G.V.; TERAMOTO, J.R.S. **Urucum: Fonte de corantes naturais**. *Horticultura Brasileira*, Vitória da Conquista, v. 33, n. 1, p. 140-140, 2015.

FARIA, D. V. *et al.*. **Irradiance and light quality affect two annatto (*Bixa orellana* L.) cultivars with contrasting bixin production.** Journal of Photochemistry and Photobiology, Amsterdam, v. 197, p. 1-9, 2019.

FRANCO, C. *et al.*. **Urucum: sistemas de produção para o Brasil.** João Pessoa: EMEPA- PB p. 112, 2008.

GONZÁLEZ, S., FERNÁNDEZ-LORENTE, M., GILABERTE-CALZADA, Y. **The latest on skin photoprotection.** Clin Dermatol. v. 26, p. 614-26, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades do estado de São Paulo.** Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=&coduf=35&search=sao-paulo>>. Acesso em: 19 de abr. de 2021.

LUCARINI, A. C. *et al.*, Estudo da extração de corante natural que confere proteção ultravioleta em fibras naturais. **The Journal of Engineering and Exact Sciences - JCEC**, v. 03, p. 082-094, 2017.

MENDES, A.M.S.; FIGUEIREDO, A.F.; SILVA, J.F. Crescimento e maturação dos frutos e sementes de urucum. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.1, p.133-141, 2006.

MIRJALILI, M., NAZARPOOR, K., KARIMI, L. Eco-friendly dyeing of wool using natural dye from weld as co-partner with synthetic dye. **Journal of Cleaner Production**. p. 1045-1051, v. 19, 2011.

NETTO, Rita C. M. Dossiê corantes. **FIB – Food Ingredients Brasil**. v. 09, 2009.

OLIVEIRA, N.T.E. **Energia metabolizável de alimentos e qualidade de ovos e carne de codornas japonesas alimentadas com rações contendo colorífico do urucum e niacina suplementar.** p. 95. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual do Norte Fluminense. 2004

Piccoli, HH, 2008; **Determinação do comportamento tintorial de corantes naturais em substrato de algodão**; Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos; Universidade Federal de Santa Catarina

PRENTICE-HERNANDEZ, C.; RUSIG, O.; CARVALHO, P. R. N. Efeito do pH na quantidade de bixina obtida em extratos alcalinos de urucum (*Bixa orellana* L.). **Revista Brasileira de Corantes Naturais**, v. 1, n. 1, p. 182-187, 1992.

SAPKAL, R. T.; SHINDE, *et al.*. Photoelectrocatalytic decolorization and degradation of textile effluent using ZnO thin films. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 114, p. 102-107, 2012.

SILVA, Pollyanna Ibrahim. **Métodos de extração e caracterização de bixina e norbixina em sementes de urucum (*Bixa orellana* L.).** Dissertação (Pós graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 2007.

TORNHIL, M.H. **The sun, the ozone layer and the skin: the role of ultraviolet light in lip and skin cancer.** Dental Update. p. 236-40, 1993.

TRINDADE, N. B.; ROSSI, T.; ARAÚJO, M. C.; LEITE, A. S.; ROSA, J. M. **Otimização de processo: estudo para a redução de água em tingimentos de algodão com pigmento urucum.** II Congresso Têxtil e Científico de Moda - Contexmod. São Paulo. 2014. Disponível em: <<http://www.contexmod.net.br/index.php/segundo/article/view/195/0>>. Acesso em: 28 de maio de 2021.

VERÍSSIMO, Silvagner Adolpho. **Extração, caracterização e aplicação do corante de urucum (*Bixa Orellana* L.) no tingimento de fibras naturais.** Natal: PPGEQ, 2003.

VIANA, Teresa. **Corantes Naturais na Indústria Têxtil: como Combinar Experiências do Passado com as Demandas do Futuro?**, Belo Horizonte, 2012.