

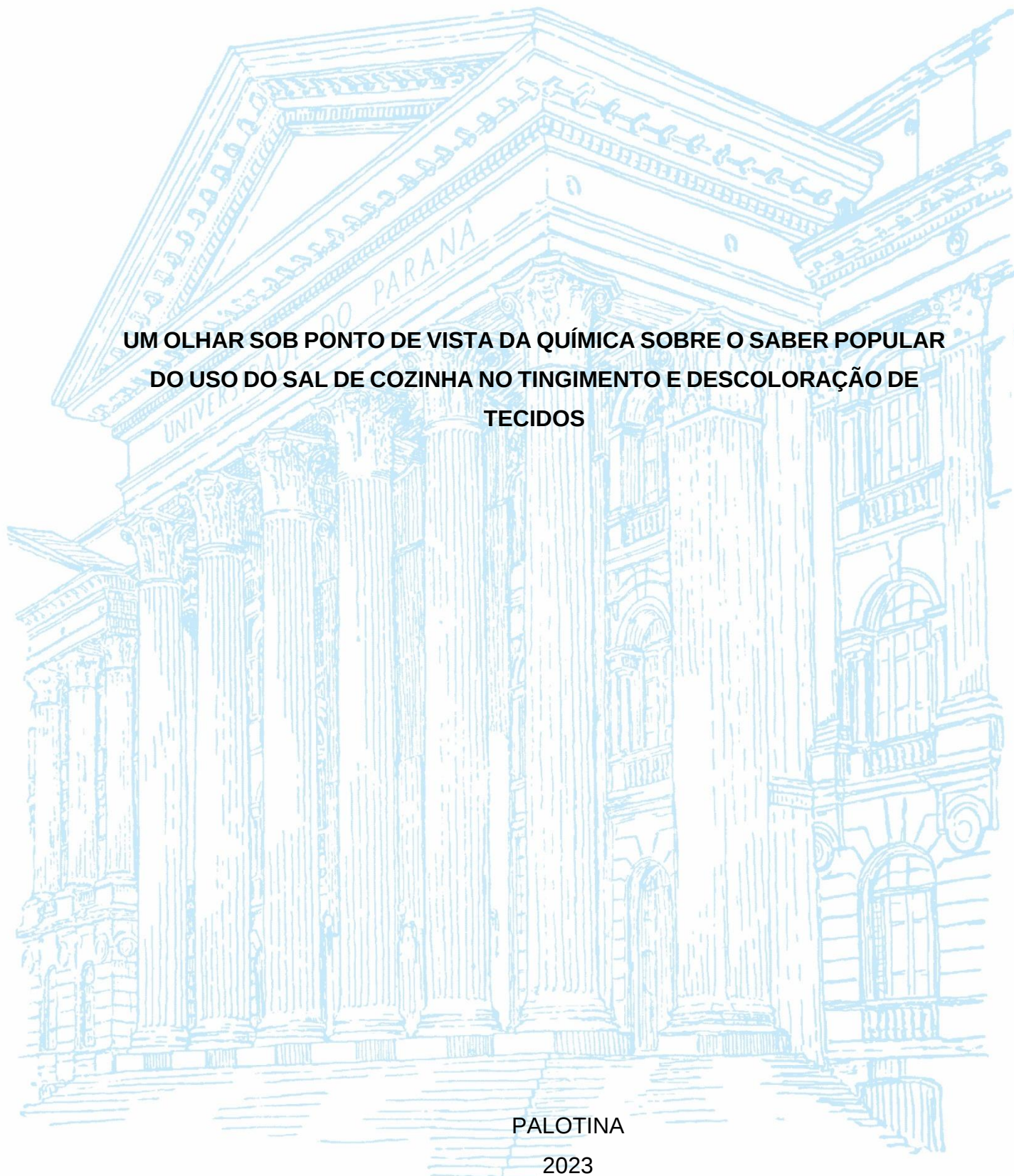
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – SETOR PALOTINA

ANGELA GIL

**UM OLHAR SOB PONTO DE VISTA DA QUÍMICA SOBRE O SABER POPULAR
DO USO DO SAL DE COZINHA NO TINGIMENTO E DESCOLORAÇÃO DE
TECIDOS**

PALOTINA

2023



ANGELA GIL

**UM OLHAR SOB PONTO DE VISTA DA QUÍMICA SOBRE O SABER POPULAR
DO USO DO SAL DE COZINHA NO TINGIMENTO E DESCOLORAÇÃO DE
TECIDOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura em Ciências Exatas da Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciada em Ciências Exatas com habilitação em Química.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Sequinel

PALOTINA

2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Rua Pioneiro, 2153, - - Bairro Jardim Dallas, Palotina/PR, CEP 85950-000
Telefone: 3360-5000 - <http://www.ufpr.br/>

Ofício nº 93/2023/UFPR/R/PL/DEE

TERMO DE APROVAÇÃO

ANGELA GIL

UM OLHAR SOB O PONTO DE VISTA DA QUÍMICA SOBRE O SABER POPULAR DO USO DO
SAL DE COZINHA NO TINGIMENTO E DESCOLORAÇÃO DE TECIDOS.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Exatas na
Universidade Federal do Paraná como requisito para a obtenção de Licenciatura em Ciências
Exatas com habilitação em Química e aprovado pela seguinte banca avaliadora:

Prof. Dr. Rodrigo Sequinel
Orientador

Profª Drª. Dilemara Cristina Zenatti
Membro da Banca

Drª. Ivonete Rossi Bautitz
Membro da Banca

Assinatura digital no SEI



Documento assinado eletronicamente por **RODRIGO SEQUINEL, PROFESSOR DO
MAGISTERIO SUPERIOR**, em 11/12/2023, às 12:24, conforme art. 1º, III, "b", da Lei
11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **IVONETE ROSSI BAUTITZ, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 11/12/2023, às 16:25, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **DILCEMARA CRISTINA ZENATTI, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 11/12/2023, às 20:31, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida [aqui](#) informando o código verificador **6263349** e o código CRC **5C3467D1**.

Dedico este trabalho a Deus, pois sem ele não estaria aqui. Dedico também à minha grande e amada família, por todo o suporte e amor dados a mim, e aos meus amigos, cujo tempo de qualidade sempre me deu força e ânimo, mesmo nos momentos mais difíceis.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me mantido na trilha certa durante este projeto de pesquisa com saúde e forças para chegar até o final.

Aos meus pais, Lucinda e Devair, por sempre me incentivarem e acreditarem que eu seria capaz de superar os obstáculos que a vida me apresentou.

Aos meus irmãos, cunhadas e sobrinhos, pela amizade, atenção e suporte, sempre dedicadas quando precisei.

Deixo, também, um agradecimento especial ao meu orientador, Rodrigo, por aceitar conduzir o meu trabalho e por toda paciência no processo, e a todos os professores que contribuíram, de alguma forma, com minha formação acadêmica.

Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar.

Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota.

Madre Teresa de Calcuta

RESUMO

A coloração dos tecidos desempenha um papel vital no sucesso comercial dos produtos têxteis, não apenas oferecendo padrões e cores atrativas, mas também atendendo às expectativas dos consumidores quanto à qualidade e durabilidade. Durante o processo de tingimento, o corante pode se ligar tanto às fibras quanto à água do banho de tingimento, mas parte dele pode se desprender das fibras com o tempo, especialmente durante lavagens sucessivas. O presente estudo apresenta uma abordagem simples e acessível para testar o efeito do cloreto de sódio no processo de tintura e na prevenção da descoloração de tecidos 100 % algodão cru. Este estudo se concentra na avaliação da influência do cloreto de sódio (NaCl) no processo de tingimento utilizando um corante direto comercial, conhecido popularmente como anilina, e a pigmentação natural extraída do urucum, contendo bixina e norbixina. Os resultados dos testes realizados demonstraram que a adição de sal de cozinha à solução de tingimento causa um fenômeno conhecido como "*salting out*", o qual promove a pigmentação do tecido. Além disso, observou-se que o cloreto de sódio é capaz de retardar o processo de descoloração até certo ponto, embora não o previna por completo. Essa metodologia possibilita uma visão mais abrangente sobre a aplicação do cloreto de sódio no processo de tingimento, destacando sua influência na intensidade da cor e na resistência ao descoloração dos tecidos. Além disso, por se tratar de uma abordagem barata e de fácil reprodução, pode ser utilizada como base para desenvolvimento de sequências didáticas em aulas de Química.

Palavras-chave: Tintura têxtil; Cloreto de Sódio; Descoloração; Salting out.

ABSTRACT

Fabric coloring plays a vital role in the commercial success of textile products, not only offering attractive patterns and colors, but also meeting consumer expectations for quality and durability. During the dyeing process, the dye can bind to both the fibers and the water in the dyebath, but some of it can separate from the fibers over time, especially during successive washes. The present study presents a simple and accessible approach to testing the effect of sodium chloride in the dyeing process and in preventing discoloration of 100% raw cotton fabrics. This study focuses on evaluating the influence of sodium chloride (NaCl) on the dyeing process using a direct commercial dye, popularly known as aniline, and natural pigmentation extracted from annatto, containing bixin and norbixin. The results of the tests carried out demonstrated that the addition of table salt to the dyeing solution causes a phenomenon known as "salting out", which promotes pigmentation of the fabric. Furthermore, it has been observed that sodium chloride is capable of slowing down the discoloration process to a certain extent, although it does not prevent it completely. This methodology provides a more comprehensive view of the application of sodium chloride in the dyeing process, highlighting its influence on color intensity and resistance to fabric discoloration. Furthermore, as it is a cheap and easily reproduced approach, it can be used as a basis for developing didactic sequences in Chemistry classes.

Keywords: Textile dye; Sodium chloride; Discoloration; Salting out.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: ESTRUTURA QUÍMICA DOS PRINCIPAIS GRUPOS PRESENTES EM FIBRAS TÊSTEIS NATURAIS E SINTÉTICAS	21
FIGURA 2: SEMENTES DE URUCUM	26
FIGURA 3: BIXINA(a) E NORBIXINA(b)	27
FIGURA 4: PIGMENTO COMERCIAL SINTÉTICO	29
FIGURA 5: TECIDO 100 %ALGODÃO	30
FIGURA 6: TINTURA DE TECIDO COM CORANTE SINTÉTICO NA AUSÊNCIA E PRESENÇA DE CLORETO DE SÓDIO NO PROCESSO DE TINGIMENTO	33
FIGURA 7: COMPARATIVO DE TONALIDADE DOS TECIDOS TINGIDOS COM CORANTE SINTÉTICO NA AUSÊNCIA (a) E PRESENÇA (b) CLORETO DE SÓDIO	33
FIGURA 8: TINTURA DE TECIDO COM URUCUM NA AUSÊNCIA E PRESENÇA DE CLORETO DE SÓDIO NO PROCESSO DE TINGIMENTO.....	35
FIGURA 9: COMPARATIVO DE TONALIDADE DOS TECIDOS TINGIDOS COM URUCUM NA AUSÊNCIA (a) E PRESENÇA (b) DE CLORETO DE SÓDIO	35
FIGURA 10: COMPARATIVO DE TONALIDADE APÓS LAVAGENS DE TECIDOS TINGIDOS COM CORANTE SINTÉTICO NA AUSÊNCIA DE CLORETO DE SÓDIO.....	37
FIGURA 11: COMPARATIVO DE TONALIDADE APÓS LAVAGENS DE TECIDOS TINGIDOS COM CORANTE SINTÉTICO NA PRESENÇA DE CLORETO DE SÓDIO	38
FIGURA 12: COMPARATIVO DE TONALIDADE APÓS LAVAGENS DE TECIDOS TINGIDOS COM URUCUM NA AUSÊNCIA DE CLORETO DE SÓDIO.....	39
FIGURA 13: COMPARATIVO DE TONALIDADE APÓS LAVAGENS DE TECIDOS TINGIDOS COM URUCUM NA PRESENÇA DE CLORETO DE SÓDIO	40

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	OBJETIVOS	17
1.2.1	OBJETIVO GERAL	17
1.2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1	HISTÓRICO.....	18
2.2	IMPACTOS AMBIENTAIS DA INDÚSTRIA TÊXTIL.....	19
2.3	FATORES QUE INFLUENCIAM A FIXAÇÃO DOS CORANTES	20
2.3.1	CARACTERÍSTICAS DAS FIBRAS TÊXTEIS.....	20
2.3.2	CLASSIFICAÇÃO DOS GRUPOS DE CORANTES	22
2.3.2.1	URUCUM.....	25
2.4	PREVENÇÃO À DESCOLORAÇÃO E OS SABERES POPULARES	27
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3.1	SELEÇÃO DOS MATERIAIS.....	28
3.2	TINTURA DA FIBRA.....	30
3.2.1	TINTURA COM CORANTE SINTÉTICO	31
3.2.2	TINTURA COM URUCUM.....	31
3.3	TESTES DE DESCOLORAÇÃO.....	32
4	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	32
4.1	ETAPA DE TINTURA	32
4.2	RESISTÊNCIA À LAVAGEM E DESCOLORAÇÃO.....	36
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
5.1	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	41
	REFERÊNCIAS.....	433

1 INTRODUÇÃO

A tintura de tecidos é uma prática ancestral de forma de expressão que remonta a milhares de anos e, hoje em dia, há uma ampla variedade de corantes disponíveis comercialmente. A tecnologia moderna no processo de tingimento envolve uma série de etapas, que são selecionadas com base na natureza da fibra têxtil, suas características estruturais, classificação e disponibilidade de corantes adequados, propriedades de fixação compatíveis com a finalidade do material a ser tingido, considerações econômicas e diversos outros fatores. O tingimento desempenha um papel fundamental no sucesso comercial dos produtos têxteis. Além de proporcionar padrões e cores atrativas, os consumidores geralmente esperam que os produtos tenham certas características básicas, como alta resistência à luz, lavagem e transpiração, tanto no início quanto após uso prolongado (GUARATINI e ZANONI, 2000). Para garantir essas propriedades, as substâncias responsáveis por conferir cor às fibras devem apresentar alta afinidade, proporcionar uma coloração uniforme, serem resistentes aos agentes que causam descoloração e, ao mesmo tempo, serem viáveis economicamente (MARINHO, 2019).

Quando tingimos tecidos, o corante utilizado pode se ligar tanto às fibras do tecido quanto à água presente no banho de tingimento. No entanto, parte do corante pode se desprender das fibras ao longo do tempo durante o processo de lavagem. A descoloração ocorre quando o corante é removido do tecido e se dissolve na água de lavagem. A indústria têxtil busca aprimorar técnicas de retardamento do processo de descoloração investindo em pesquisa e tecnologias para o emprego do corante mais adequado a cada fibra (MARINHO, 2019).

O consumidor final, na esperança de prolongar ainda mais o tempo de usabilidade dos tecidos, principalmente os utilizados em peças de vestuário, procura no saber popular formas de evitar o desgaste das cores empregadas às fibras. Diversos sites apresentam o uso do cloreto de sódio na lavagem como artifício para prevenir a descoloração das peças de roupas e prolongar sua vida útil. A proposta do presente trabalho se dá na investigação e análise, do ponto de vista da química, do uso do sal de cozinha (cloreto de sódio) como retardante do processo de descoloração quando utilizado a longo prazo como componente do processo de lavagem com o objetivo de prevenir a descoloração.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GERAL

Analisar, do ponto de vista da química, o efeito do sal de cozinha (cloreto de sódio) no processo de tingimento de tecidos coloridos, como também seu uso como retardante do processo de descoloração, quando utilizado a longo prazo como componente do processo de lavagem.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar a eficiência de corante sintético e corante natural com e sem a presença de cloreto de sódio (NaCl) no processo de tintura de tecidos;
- Testar a hipótese apresentada na mídia de que o cloreto de sódio inibe a descoloração de tecidos, através de uma metodologia investigativa simples e replicável.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Ao longo da história, as vestimentas desempenharam um papel significativo no contexto social e cultural, refletindo estilos e cores. Com a ascensão da globalização e o consumismo prevalente dos *fast fashion*, há uma crescente conscientização sobre os impactos da indústria têxtil. As pessoas estão buscando práticas de consumo mais conscientes, como compras inteligentes, moda sustentável e a adoção de roupas de segunda mão. Além disso, métodos para prolongar a vida útil das peças têm ganhado destaque, visando um aproveitamento mais duradouro. A abordagem consciente, combinada com práticas de manutenção da qualidade, contribui para a redução do descarte de resíduos e minimiza a necessidade de produção de novas peças. Diante desse cenário, compreender os processos e impactos da indústria têxtil no meio ambiente torna-se crucial, assim como a implementação de ações eficazes e sustentáveis. (RAMM E MORAES, 2022).

2.1 HISTÓRICO

Conforme sustentado por Guaratini e Zanoni (2000), a indústria de tinturaria teve seu início há milhares de anos e tem experimentado um processo evolutivo em resposta à ampla disponibilidade de corantes no mercado. No processo de tingimento, há uma necessidade premente de levar em consideração múltiplos fatores, incluindo as características do substrato têxtil, como a natureza das fibras têxteis, suas características estruturais, a classificação e a disponibilidade dos corantes para a aplicação, as propriedades de fixação que sejam compatíveis com a finalidade do material a ser tingido, considerações de ordem econômica, bem como uma série de outros aspectos relevantes.

De acordo com Almeida (2013), historicamente, apenas indivíduos abastados tinham acesso aos corantes naturais. O marco inicial na história dos corantes orgânicos foi a descoberta do "Mauve" em 1856 por William H. Perkin, enquanto ele estava envolvido em pesquisas relacionadas à síntese da quinina. Perkin imediatamente patenteou sua inovação e estabeleceu a indústria de corantes de Malva. Esse acontecimento desencadeou uma competição na indústria química em busca da síntese de novos corantes.

A significância da descoberta do "Mauve" é ilustrada pelo fato de que ele foi obtido a partir de estudos da reação de oxidação da fenilamina (anilina) com dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$). Até os dias de hoje, o termo "anilina" é comumente utilizado para se referir a qualquer substância corante, embora a anilina em si não seja um corante, mas sim um precursor fundamental na elaboração de corantes (BEZERRA, MAGALHÃES E BELIN, 2022).

A indústria têxtil no Brasil detém um significativo valor socioeconômico, representando o segundo maior empregador dentro do âmbito da indústria de transformação (ficando atrás apenas do ramo alimentício), com uma força de trabalho composta por 1,34 milhão de empregados diretos, de acordo com dados da Associação Brasileira da Indústria Têxtil (ABIT). Adicionalmente, Brasil está entre os cinco maiores produtores e consumidores de *denim* no mundo e entre os quatro maiores produtores de malha (ABIT, 2023).

2.2 IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA INDÚSTRIA TÊXTIL

Apesar dos benefícios econômicos, o setor têxtil é um dos maiores consumidores de água, quando em comparação com os demais segmentos da indústria. A etapa de tingimento na indústria têxtil apresenta uma elevada complexidade devido à utilização de uma variedade de produtos químicos, dos quais os corantes têm se destacado. Essas substâncias atraem atenção especial devido ao seu considerável potencial de poluição, como relatado por Arslan-Alaton et al. (2008). Além disso, o consumo significativo de água na tinturaria e acabamento, gerando aproximadamente 50 a 100 litros de efluente por quilo de tecido produzido, torna essas etapas críticas em termos de impacto ambiental (ARSLAN-ALATON, GURSOY E SCHMIDT, 2008).

Os corantes sintéticos, inseridos na categoria de poluentes emergentes, representam substâncias químicas que não são contempladas por programas de monitoramento ou regulamentações específicas de qualidade ambiental. Contudo, esses poluentes emergentes continuam a ser introduzidos no meio ambiente devido às atividades humanas (DE ALMEIDA, DILARRI E CORSO, 2016).

Como destacado por De Almeida et al. (2016), a descarga de efluentes têxteis não tratados nos ecossistemas aquáticos pode desencadear um rápido esgotamento do oxigênio dissolvido, resultando em desequilíbrios nesses ecossistemas. A presença de corantes nas águas prejudica, ainda, a penetração da luz solar nas camadas mais profundas, perturbando a atividade fotossintética do meio ambiente e causando a deterioração da qualidade da água. Esse fenômeno leva a uma redução da solubilidade do oxigênio e provoca efeitos tóxicos sobre a fauna e a flora aquáticas.

Além dos problemas ambientais causados pelo descarte dos efluentes provenientes do processo de produção têxtil, a indústria da moda é criticada também pelo lixo gerado pela obsolescência de tendências e, ainda, o impacto social negativo do ponto de vista trabalhista, visto que existe a exploração de mão de obra barata para a produção dessa indústria, que geralmente está localizada em países de economia vulnerável (RAMM E MORAES, 2022).

A evolução da indústria têxtil voltada ao vestuário trouxe o sistema de produção chamado *fast fashion*. Como apontado por Bacha et al. (2022), o termo foi empregado pela primeira vez no final da década de 1980 pelo jornal “The New York Times”, trazendo a ideia de democratização da moda, já que pessoas comuns

poderiam ter acesso a tendências expostas por grifes. Com a rotatividade de tendências gerada por esse modelo de produção, faz com que as peças, desde a confecção, sejam feitas com menor qualidade, diminuindo sua vida útil e estimulando o descarte e aquisição de novas peças.

A crescente vulnerabilidade do desenvolvimento sustentável na indústria têxtil é diretamente proporcional ao aumento do consumo e à descartabilidade de produtos têxteis. Essa vulnerabilidade é agravada por práticas como a negligência em relação às questões ambientais no descarte de resíduos, o estímulo à alta rotatividade na substituição de peças, a exploração intensiva de matérias-primas naturais, os métodos de produção que empregam uma variedade de produtos químicos em etapas como tingimento, secagem e acabamento, e o descarte inadequado de produtos têxteis. Estes fatores, de forma direta, contribuem para a poluição das águas, a degradação da biodiversidade e as alterações climáticas (BACHA et al, 2022).

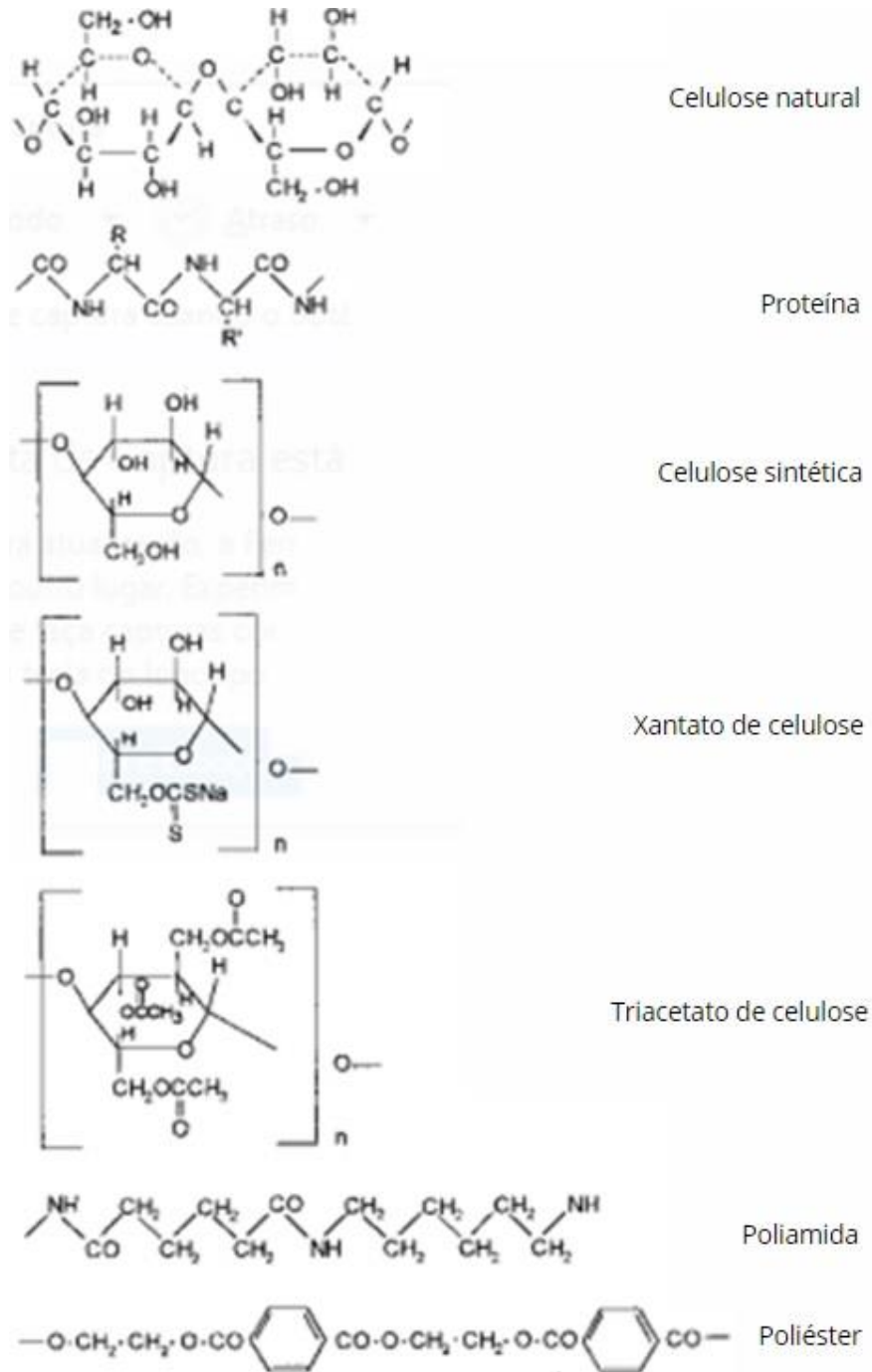
Apesar de a mentalidade do descarte ser pregada por setores mais agressivos do mercado, como o *fast fashion* e o mercado de luxo, cada vez mais iniciativas tem conscientizado o consumidor final acerca de compras inteligentes, manutenção e durabilidade das peças.

2.3 FATORES QUE INFLUENCIAM A FIXAÇÃO DOS CORANTES

2.3.1 CARACTERÍSTICAS DAS FIBRAS TÊXTEIS

Segundo Guaratini e Zanoni (2000), a fixação do corante à fibra têxtil depende tanto da natureza do corante, quanto da natureza das fibras, que podem ser classificadas como naturais ou sintéticas, as principais estruturas químicas de cada grupo estão elencadas na Figura 1. As fibras naturais mais utilizadas são baseadas em celulose (cadeias poliméricas lineares de glucose) e proteína (polímero complexo composto de diferentes aminoácidos); presentes na lã, seda, algodão e linho. As fibras sintéticas são comercializadas como viscose (xantato de celulose obtida da madeira), acetato de celulose (triacetato de celulose obtido da madeira), poliamida (condensação do ácido adípico e hexametileno diamina), poliéster (polímero do ácido tereftálico e etilenoglicol) e acrílico (polimerização da acrilonitrila).

FIGURA 1: ESTRUTURA QUÍMICA DOS PRINCIPAIS GRUPOS PRESENTES EM FIBRAS TÊSTEIS NATURAIS E SINTÉTICAS



FONTE: Guaratini e Zanoni (2000)

A fixação das moléculas de corante às fibras ocorre comumente em solução aquosa e envolve principalmente quatro tipos de interações: ligações iônicas, ligações

de hidrogênio, interações de Van der Waals e ligações covalentes. Essas interações são responsáveis por garantir a adesão do corante às fibras têxteis.

O processo de tingimento de materiais como lã, poliamida e seda, as interações iônicas desempenham um papel predominante. Essas interações iônicas são características de processos de tingimento nos quais ocorrem interações recíprocas entre os centros positivos dos grupos amino e carboxilatos presentes nas fibras e a carga iônica das moléculas de corante, estabelecendo uma afinidade eletrostática.

Por outro lado, os processos de tingimento que se baseiam em interações de Van der Waals são o resultado de uma aproximação máxima entre os orbitais π do corante e as moléculas da fibra. Nesses casos, as moléculas do corante são adsorvidas de maneira firme na superfície da fibra por meio de uma afinidade molecular, sem formar uma ligação química covalente. Essa atração é particularmente eficaz quando o corante possui uma estrutura molecular longa e/ou achatada, permitindo que ele se aproxime ao máximo da estrutura molecular da fibra. Exemplos típicos dessas interações são encontrados no tingimento de lã e poliéster com corantes que apresentam uma alta afinidade por grupos celulósicos (GUARATINI e ZANONI, 2000).

As interações de hidrogênio são observadas em tinturas que resultam da ligação entre átomos de hidrogênio covalentemente ligados no corante e pares de elétrons livres em átomos doadores presentes na fibra. Guaratini e Zanoni (2000) apontam, ainda, que essas interações são comumente encontradas na tintura de materiais como lã, seda e fibras sintéticas, como o acetato de celulose. Já as interações covalentes são derivadas da formação de uma ligação covalente entre a molécula do corante, contendo um grupo reativo (grupo eletrofílico), e os resíduos nucleofílicos presentes na fibra. Exemplos característicos dessas interações são encontrados nas tinturas de fibras de algodão.

2.3.2 CLASSIFICAÇÃO DOS GRUPOS DE CORANTES

Os corantes podem ser classificados de acordo com sua estrutura química (antraquinona, azo e etc.) ou de acordo com o método pelo qual ele é fixado à fibra têxtil. Dentre os corantes têxteis mais utilizados estão os corantes ácidos, diretos, azóicos e reativos (PERUZZO et. al., 2003).

O termo "corante ácido" refere-se a um amplo grupo de corantes aniônicos que possuem de um a três grupos sulfônicos. Esses grupos substituintes ionizáveis conferem solubilidade em água aos corantes e desempenham um papel vital no método de aplicação em fibras protéicas, como lã e seda, e em fibras sintéticas de poliamida. Durante o processo de tingimento, o corante, que foi previamente neutralizado (em uma solução contendo cloreto, acetato, hidrogenossulfato, etc.), se liga à fibra por meio de uma troca iônica que envolve os grupos amino e carboxilato livres das fibras protéicas, na forma não protonada. Esses corantes são caracterizados por sua estrutura química baseada em compostos como azo, antraquinona, triarilmetano, azina, xanteno, ketonimina, nitro e nitroso, os quais proporcionam uma ampla variedade de cores e graus de fixação (GUARATINI E ZANONI, 2000).

O grupo dos corantes diretos é caracterizado por compostos solúveis em água que possuem a capacidade de tingir fibras de celulose, como algodão e viscose, por meio de interações de Van der Waals. A afinidade do corante é aumentada por meio do uso de eletrólitos, pela configuração planar da molécula do corante ou pela presença de dupla ligação conjugada, o que intensifica a adsorção do corante na fibra. Essa classe de corantes é principalmente composta por corantes que contêm mais de um grupo azo (como diazo, triazo, etc.) ou que são pré-transformados em complexos metálicos. Para Guaratini e Zanoni (2000), "a grande vantagem desta classe de corantes é o alto grau de exaustão durante a aplicação e consequente diminuição do conteúdo do corante nas águas de rejeito".

Corantes Azóios são corantes insolúveis em água, com alto teor de fixação à fibra e baixa degradação sob ação da umidade e luz. Esses compostos coloridos são sintetizados diretamente sobre a fibra durante o processo de tingimento. O processo envolve a impregnação da fibra com um composto solúvel em água conhecido como agente de acoplamento, como naftol, por exemplo, que apresenta alta afinidade pela celulose presente na fibra. Em seguida, é adicionado um sal de diazônio (RN^{2+}), o qual reage com o agente de acoplamento já fixado na fibra e resulta na formação de um corante insolúvel em água. A peculiaridade desse método é a produção do corante diretamente na fibra por meio da combinação de um corante precursor que não possui grupos sulfônicos e a formação de um composto solúvel. Esse processo permite um método de tingimento de fibras celulósicas, particularmente fibras alongadas, com um alto nível de fixação do corante e uma resistência significativa à luz e umidade. Essas

características tornam o processo adequado para aplicações em que a durabilidade da cor é essencial (PERUZZO et. al., 2003).

Os corantes reativos são caracterizados principalmente por sua alta solubilidade em água e pela capacidade de estabelecer uma ligação covalente entre o corante e a fibra. Essa ligação covalente proporciona uma maior estabilidade na cor do tecido tingido em comparação com outros tipos de corante, nos quais o processo de coloração ocorre por meio de ligações de intensidade maior. Guaratini e Zanoni (2000) indicam que os corantes reativos são compostos que possuem um grupo eletrofílico reativo capaz de formar ligações covalentes com grupos hidroxila nas fibras celulósicas, bem como com grupos amino, hidroxila e tióis nas fibras protéicas e grupos amino em poliamidas. Existem vários tipos de corantes reativos, sendo que os principais contêm a função azo e antraquinona como grupos cromóforos, e os grupos clorotriazinila e sulfatoetilsulfonila como grupos reativos. Nesse tipo de corante, a reação química ocorre diretamente pela substituição do grupo nucleofílico pelo grupo hidroxila presente na celulose. Um exemplo desse tipo de corante é o tingimento utilizando compostos contendo sulfatoetilsulfona, em que a adição do corante à fibra requer apenas a remoção prévia do grupo sulfato em meio alcalino, resultando na formação do composto vinilsulfona. Uma problemática latente dos corantes reativos, e também dos corantes ácidos citados anteriormente, são os problemas no tratamento do efluente, pois estes tendem a passar através de sistemas de tratamentos convencionais (PERUZZO, 2003).

A tendência global da busca por um estilo de vida mais sustentável e uma alimentação mais natural e saudável tem impulsionado o aumento do consumo de corantes naturais tanto na indústria alimentícia quanto na indústria têxtil e, até mesmo, na pigmentação de cosméticos. Esses corantes podem ser derivados de matérias-primas naturais, extratos de matérias-primas ou substâncias corantes extraídas e purificadas. Os corantes naturais, em geral, possuem menor estabilidade em comparação aos corantes artificiais, principalmente quando expostos à luz, o que pode levar à sua degradação. A estabilidade está relacionada ao tamanho da molécula do corante, sendo que corantes como o carmim, obtido da cochonilha (*Dactylopius coccus*), são conhecidos por sua alta estabilidade devido ao tamanho consideravelmente grande de suas moléculas. Além disso, o tamanho dos agregados que se adsorvem à superfície da fibra e, em alguns casos, o tipo de agente fixador utilizado, também influenciam na estabilidade dos corantes naturais (COSTA, 2010).

Costa (2010) aponta, ainda, que a estabilidade do corante em relação à luz, calor e agentes redutores e oxidantes depende, também, da estabilidade do núcleo colorido presente no corante. As radiações gama e ultravioleta têm a capacidade de induzir a formação de radicais livres nos compostos orgânicos, especialmente nas ligações π . Essas ligações se tornam pontos frágeis na estrutura molecular, pois absorvem energia proveniente de diversas fontes, como luz e calor, por exemplo, o que pode excitá-las. Quando atingem um determinado nível de energia, essas ligações podem ser rompidas, resultando na formação de compostos de degradação, coloridos ou não, o que leva à descoloração ou desaparecimento da cor. As ligações π estão presentes em grande quantidade nas clorofilas e nos carotenos, pois são características de compostos que possuem duplas ou triplas ligações. Esses pigmentos contêm 11 e 14 ligações duplas, respectivamente.

2.3.2.1 URUCUM

O urucuzeiro (*Bixa orellana* L.), é uma planta arbórea pertencente à família botânica *Bixaceae*, originária da América tropical. Essa de origem pré-colombiana, faz parte da flora amazônica e pode atingir até 6 metros de altura. Seu corante avermelhado é utilizado pelos indígenas tanto por suas propriedades medicinais quanto como adorno e proteção contra insetos, sendo aplicado em forma de pintura sobre a pele. A etimologia da palavra "urucu" deriva do tupi *uru-ku*, significando "vermelho" (EMBRAPA, 2009).

No Brasil, é comum a produção e comercialização do grão moído para produção de corantes, é usado pelas famílias brasileiras como um aromatizante e corante conhecido popularmente como colorau. Os grãos de urucum (FIGURA 2) podem ser empregados em diversos campos da indústria alimentícia, mas também é encontrado em meios não alimentícios, como vernizes, corantes, tinta para tecidos, couros, ceras para madeira, cosméticos e perfumes (BEZERRA, MAGALHÃES E BELIN, 2022).

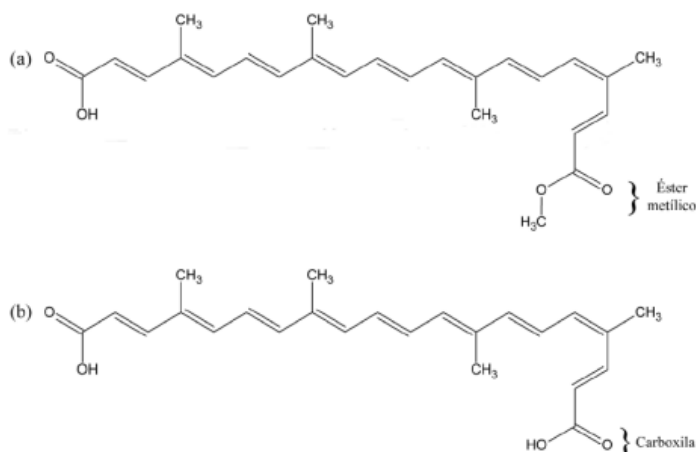
FIGURA 2 – SEMENTES DE URUCUM



FONTE: A autora (2023)

A bixina, o principal pigmento do urucum, constitui mais de 80% dos carotenoides presentes nas sementes dessa planta. Este composto é um apocarotenoide originado pela clivagem de carotenos. Essa quebra é mediada por enzimas que atuam em pontos específicos, gerando dois novos carotenoides. A remoção do grupo metil éster da bixina resulta na norbixina, um ácido dicarboxílico cuja estrutura está ilustrada na FIGURA 3. As diferenças estruturais conferem à bixina características hidrossolúveis devido à presença do éster metílico na molécula, enquanto a norbixina exibe maior lipossolubilidade devido ao grupamento carboxila (FIGURA 3), que é propenso a interações com moléculas de água (GARCIA et al, 2012).

FIGURA 3 – BIXINA (a) E NORBIXINA (b)



FONTE: GARCIA et al. (2012)

2.4 PREVENÇÃO A DESCOLORAÇÃO E OS SABERES POPULARES

Muitas marcas de roupas trazem, em sua etiqueta, dicas ao consumidor sobre como prolongar a vida útil da peça adquirida. Entre as principais dicas temos o uso adequado de sabões de acordo com cada tipo de fibra, temperatura da água, exposição a luz do sol, etc. Além disso, muitos sites da web trazem conselhos adicionais ao consumidor que busca manter a qualidade das roupas e tecidos por mais tempo.

Acessível e encontrado em todas as casas, o uso do cloreto de sódio (NaCl) é disseminado como um “retardante” do processo de descoloração. Sites populares publicam matérias ensinando como pode ser usado no processo de lavagem dos tecidos. Na matéria “Aprenda a manter a cor da calça jeans usando sal”, é aconselhada a adição de sal de cozinha na máquina de lavar “para uma máquina de 6 kg, são recomendadas 3 colheres de sal bem cheias” (CATRACA LIVRE, 2017).

Em artigo coescrito do site WikiHow, intitulado “Como Manter a Cor das Roupas”, o cloreto de sódio é apresentado como fixador para o corante das roupas que, quando usado na primeira lavagem ajuda a diminuir a descoloração. Ainda, o site aponta que, se adicionado à lavagem de roupas já desbotadas, pode ajudar a recuperar a cor vibrante.

O site popular Baia Do Conhecimento (2021) aconselha deixar a peça de molho em solução de água e sal por 15 minutos antes de proceder com a lavagem, para evitar que o tecido perca coloração. O site Qualitá, em seu artigo “Dicas para

evitar que a roupa solte tinta em diferentes tipos de lavagem” apresenta a ressalva de que antes de esfregar a roupa com as mãos, é necessário tirar o sal na água corrente. Isso porque os grãos podem machucar o tecido devido ao atrito. Então, para evitar isso, é preciso enxaguar bem a peça e, depois, é só adicionar o produto para lavagem: sabão em pó, de coco etc (Qualitá, 2019).

Por fim, o popular site Super Interessante trouxe posicionamentos de profissionais que, segundo o site, são químicos da USP. Segundo entrevista, o primeiro profissional aponta que “ao contrário do que se ouve falar por aí, o sal não é responsável por fixar o corante na roupa, uma vez que ele não atua diretamente na tinta. O popular cloreto de sódio age é na água, tornando o líquido saturado. (...) O corante acaba não se desprendendo, pois o lugar que ele ocuparia no líquido já está tomado pelo próprio sal. Assim, a tinta deixa de fluir para a água, como seria natural, e permanece no tecido”. No entanto, a outra profissional, na mesma entrevista adverte que “O corante que já estiver impregnado nas fibras não será dissolvido”, mesmo sem o uso do cloreto de sódio na lavagem (SUPER INTERESSANTE, 2011).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 SELEÇÃO DOS MATERIAIS

Afim de analisar o efeito do cloreto de sódio no processo de tintura e prevenção de descoloração de tecidos, em primeiro momento, foram selecionados dois pigmentos e a fibra têxtil a serem testados.

O primeiro pigmento selecionado foi um pigmento vermelho, da marca Guarany, na cor 09. O corante sintético utilizado pertence ao grupo dos corantes diretos, comercialmente conhecido como anilina por ser obtido através da oxidação da fenilamina (FIGURA 4). De fácil acesso, o corante pode ser encontrado em supermercados e conta com instruções de uso na embalagem. Já na composição do produto, é citado que o conteúdo é uma mistura do corante direto, cloreto de sódio e um dispersante.

FIGURA 4 – PIGMENTO COMERCIAL SINTÉTICO

**INFORMAÇÕES DO FABRICANTE**

Instruções de uso: Abra com o cabo de uma colher de chá.

1- Dissolva o conteúdo em 1L de água fervente para cores escuras, acrescente 2 colheres (sopa) de sal de cozinha.

2- Em um recipiente com água quente suficiente para cobrir o tecido, adicione o corante dissolvido.

3- Lave o tecido. Ainda úmido, mergulhe-o no banho de tingimento mexendo por 30 minutos. Mantenha sob ferveria.

4- Retire do banho e enxague bem. Seque à sombra ou na secadora. Para obter um melhor resultado, utilize tiracor e o fixacor.

Precauções: Em caso de intoxicação procure o serviço de saúde levando a embalagem. Mantenha longe do alcance de crianças. Não reutilize a embalagem. Produto de baixa toxicidade.

Composição: Cloreto de sódio, corante direto e dispersante.

Químico responsável: Selma C. Felisbino de Campos CRQ nº 0044446122 4ª Reg. Fab. Jun/2023 – Val.: 5 anos

FONTE: A autora (2023)

O outro pigmento selecionado foi um pigmento natural, extraído das sementes do urucum (*Bixa orellana* L.) (FIGURA 2). O uso de corantes naturais é uma grande tendência da indústria têxtil visto que possui menor toxicidade em comparação aos corantes sintéticos, em contrapartida, os corantes naturais possuem menor estabilidade que os corantes artificiais, degradando em maior velocidade e causando a descoloração do tecido.

Para o tingimento do tecido com as sementes de urucum, foram feitos testes rápidos previamente para determinar o melhor maneira de extração caseira do pigmento para, assim, delimitar a metodologia. Foram realizados testes com as sementes de urucum submersas apenas em água e também em álcool etílico 70 %

v/v. A extração em álcool demonstrou melhores resultados prévios, por isso foi o método selecionado.

Uma das fibras mais usadas e que melhor interage com ambos os corantes selecionados é a celulose, por esse motivo, o tecido escolhido para receber a pigmentação foi um tecido de algodão crú.

3.2 TINTURA DA FIBRA

Para cada corante foram recortados 6 retalhos do tecido de algodão em tamanho de 4 cm de largura por 15 cm de comprimento. Destes, 3 foram tingidos apenas em solução de corante e água e outros 3 em solução de corante, água e cloreto de sódio. Não foram utilizados fixadores ou selantes

A Figura 5 apresenta um recorte do tecido utilizado.

FIGURA 5 – TECIDO 100% ALGODÃO



FONTE: A autora (2023)

3.2.1 TINTURA COM CORANTE SINTÉTICO

Para a tintura sem adição de cloreto de sódio, em uma panela foi adicionado 1L de água e aquecida até atingir a temperatura aproximada de 100°C. Com o auxílio de uma balança doméstica, foram pesados 5g do pigmento e, em um recipiente à parte, foi dissolvido em 200 mL de água quente, à temperatura de 80°C. Quando a água da panela atingiu temperatura de ebulição, o pigmento dissolvido foi adicionado e, em seguida, os retalhos do tecido úmido, previamente molhados em água corrente e com excesso de água retirado.

Os retalhos foram mantidos sob fervura por 15 minutos, depois, com o fogo apagado, permaneceram no banho de tingimento por mais 15 minutos. Depois desse tempo, foram retirados do banho, enxaguados com água corrente e secos à sombra.

Para a tintura com adição de cloreto de sódio, o procedimento seguiu de forma similar, porém houve a adição de 15 g do sal junto ao banho de tingimento, que foi adicionado antes de incorporar o corante dissolvido à água fervente. A embalagem do fabricante do pigmento sintético contém, nas instruções de uso, a recomendação da adição 2 colheres de sopa de sal de cozinha ao banho de tingimento (FIGURA 4). A quantidade de 15 g foi definida como um valor aproximado do recomendado pelo fabricante, porém mais preciso que a medição quantificada em colheres de sopa, o que garante um parâmetro mais adequado para comparações posteriores.

Após secas, as amostras foram enumeradas e fotografadas para fins de comparação.

3.2.2 TINTURA COM URUCUM

O urucum, colhido *in natura*, passou inicialmente pelo processo de extração do pigmento, onde suas sementes foram deixadas submersas em álcool etílico 70% por dois dias. Aproximadamente 1 copo, do tipo americano, de sementes foram parcialmente maceradas e submersas em 200 mL de álcool, afim de extrair um corante concentrado.

Depois de 48h, o corante, que apresentava uma coloração laranja-escuro, foi peneirado e 50 mL do líquido foi adicionado em 1L de água fervente. Após o corante estar incorporado à água, foram adicionados 3 retalhos do tecido de algodão branco previamente umedecidos. Os tecidos ficaram sob fervura por 15 minutos no banho de

tingimento e mais 15 minutos submersos, mas com o fogo apagado. Depois foram retirados, lavados com água corrente e secos à sombra.

O mesmo processo foi repetido com outros 3 retalhos do tecido branco, porém com a adição de 15 g de cloreto de sódio adicionados ao banho de tingimento.

Para fins de comparação, um outro retalho de tecido foi tingido apenas em água fervente e sementes de urucum, para verificar a necessidade da extração prévia em álcool.

Após secas, as amostras foram enumeradas e fotografadas.

3.3 TESTES DE DESCOLORAÇÃO

Das três amostras de cada teste de tintura, uma foi mantida como padrão, enquanto as outras duas foram submetidas ao processo de lavagem para analisar a descoloração do tecido, sendo uma delas lavada apenas com sabão em pó e água e a outra lavada com sabão em pó, água e cloreto de sódio. Todas as amostras lavadas foram secas à sombra e fotografados a cada lavagem. Ao todo, foram feitas seis lavagens com cada amostra.

Para ter mais assertividade na comparação das cores antes e depois das lavagens, um fragmento da cor dominante na foto foi coletado em um editor de fotos para obter uma cor sólida e confrontado com a cor do tecido antes da lavagem.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1 ETAPA DE TINTURA

As tonalidades de coloração obtidas logo após o processo de tingimento do tecido, seguem de acordo com a Figura 6. À esquerda, estão os tecidos tingidos sem adição de cloreto de sódio no banho de tingimento e, à direita, estão os tecidos tingidos na presença de adição de cloreto de sódio.

FIGURA 6 – TINTURA DE TECIDO COM CORANTE SINTÉTICO NA AUSÊNCIA E PRESENÇA DE CLORETO DE SÓDIO NO PROCESSO DE TINGIMENTO



FONTE: A autora (2023)

Para facilitar a comparação de tonalidades, usando o software *Canva* foi identificado o tom predominante em cada uma das imagens e ambos foram colocados lado a lado, como cores sólidas (FIGURA 7).

FIGURA 7 – COMPARATIVO DE TONALIDADE DOS TECIDOS TINGIDOS COM CORANTE SINTÉTICO NA AUSÊNCIA (a) E PRESENÇA (b) CLORETO DE SÓDIO



(a) (b)

FONTE: A autora (2023)

Os tons apresentados na Figura 7 correspondem, à esquerda, ao tom predominante nos tecidos tingidos sem a adição do cloreto de sódio durante o banho de tingimento e, à direita, ao tom predominante nos tecidos tingidos com a presença do sal de cozinha. A sutil diferença que pode ser percebida ao analisar as imagens dos tecidos é acentuada e evidenciada ao confrontar cores sólidas, indicando que o pigmento conferiu ao tecido maior intensidade de cor na presença do cloreto de sódio durante o processo de tintura.

Lima et al (2006), apontam que, atualmente, são comercializados mais de oito mil compostos corantes, dos quais 90% são sintéticos. Assim como o corante utilizado, nem sempre o fabricante fornece a informação de qual, exatamente, é o composto que impele cor, porém, os corantes chamados Corantes Dispersos ou Diretos foram especialmente desenvolvidos para tingir o acetato de celulose e algumas fibras sintéticas novas. Contêm usualmente a etanolamina ($\text{-NHCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$), ou um radical semelhante, que contribui para torná-los mais dispersíveis em água e mais facilmente adsorvidos.

Como apontado por Guaratini e Zanoni (2000), o grupo dos corantes diretos é caracterizado por compostos solúveis em água que possuem alta capacidade de tingir fibras de celulose, como algodão, por meio de interações de Van der Waals. A afinidade do corante é aumentada por meio do uso de eletrólitos, pela configuração planar da molécula do corante ou pela presença de dupla ligação conjugada, o que intensifica a adsorção do corante na fibra. Portanto, a presença do cloreto de sódio no banho de tingimento, por ser um eletrólito forte, diminui a solubilidade do corante nomeio aquoso, já que os íons não deixam muitas moléculas de água disponíveis para solvatar o soluto, favorecendo que permaneçam adsorvidos ao tecido. Esse efeito é conhecido como *salting-out*. Em definição da IUPAC, esse efeito refere-se à adição de eletrólitos específicos a uma fase aquosa para aumentar a proporção de distribuição de um soluto específico.

Assim como as amostras de tecido tingido com corante sintético, após secas, as amostras da fibra colorida com pigmento natural de urucum foram fotografadas para fins de comparação, tal como segue a Figura 8.

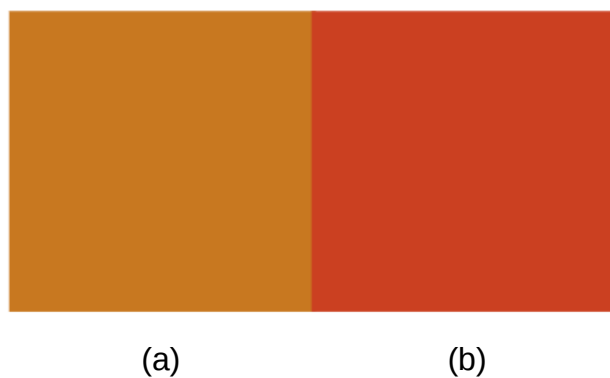
FIGURA 8 – TINTURA DE TECIDO COM URUCUM NA AUSÊNCIA E PRESENÇA DE CLORETO DE SÓDIO NO PROCESSO DE TINGIMENTO



FONTE: A autora (2023)

Apesar de, nesse caso, a diferença observada na coloração final ser bastante significativa, para facilitar a comparação foi, novamente, utilizado o *Canva* para definir a cor predominante nas amostras dos tecidos tingidos com e sem a presença do sal e as cores sólidas estão lado a lado na Figura 9.

FIGURA 9 – COMPARATIVO DE TONALIDADE DOS TECIDOS TINGIDOS COM URUCUM NA AUSÊNCIA (a) E PRESENÇA (b) DE CLORETO DE SÓDIO



FONTE: A autora (2023)

Os resultados observados com o tingimento do tecido com e sem a presença de cloreto de sódio são consideravelmente diferentes. O pigmento apresentou um desempenho bastante diferente na presença de solução eletrolítica durante o banho

de tingimento, formando uma cor alaranjada mais intensa e avermelhada em comparação ao laranja-tijolo do tecido tingido sem adição de sal.

Além da diferença de intensidade e tonalidade da cor, o tecido tingido sem a presença do sal apresentou coloração mais uniforme, enquanto o tecido tingido com a adição de cloreto de sódio no banho de tintura apresentou manchas mais claras em alguns pontos, onde o pigmento não foi adsorvido na mesma intensidade do restante do tecido. Esses pontos coincidem com as regiões do tecido que ficaram menos expostas ao banho de tintura, por se encontrarem nas dobras formadas organicamente ao mergulhar o tecido na solução para tingimento.

Pigmentos que interagem com a fibra têxtil através de interações de Van der Waals são particularmente eficazes quando apresentam cadeias longas e achatadas, tal como as moléculas da bixina e norbixina, principais carotenoides encontrados nas diversas variedades de urucum, pois permitem a máxima aproximação entre a molécula do pigmento e a estrutura molecular do tecido. Nesses casos, as moléculas do corante são adsorvidas de maneira firme na superfície da fibra por meio de uma afinidade molecular, sem formar uma ligação química covalente (GUARATINI E ZANONI, 2000). Além da configuração longa da molécula, a presença de eletrólitos no meio contribuiu para uma pigmentação mais intensa do tecido.

4.2 RESISTÊNCIA À LAVAGEM E DESCOLORAÇÃO

Na segunda etapa do processo investigativo, as amostras foram submetidas ao processo de lavagem com e sem a presença de cloreto de sódio para que, assim, fosse possível analisar a influência dos eletrólitos a longo prazo no que diz respeito à cor do tecido. Para isso, as amostras de cada tingimento foram etiquetadas como “1”, “2” e “C”, sendo: 1 - amostras lavadas 6 vezes apenas com sabão em pó; 2 – amostras lavadas 6 vezes com sabão em pó e cloreto de sódio; e C – amostras de controle, que não foram lavadas e permaneceram no mesmo tom do tingimento.

A Figura 10 apresenta as 3 amostras referentes aos tecidos originalmente tingidos com corante sintético sem adição de cloreto de sódio no banho de tingimento. Para possibilitar a análise sob uma perspectiva mais assertiva, a Figura 10 apresenta, também, a comparação entre as cores sólidas que representam as cores predominantes em cada uma das amostras, assim como um fragmento uniforme

colocados lado a lado para facilitar visualizar as sutis diferenças de tonalidade sofridas pelos tecidos durante as lavagens.

FIGURA 10 – COMPARATIVO DE TONALIDADE APÓS LAVAGENS DE TECIDOS TINGIDOS COM CORANTE SINTÉTICO NA AUSÊNCIA DE CLORETO DE SÓDIO



FONTE: A autora (2023)

Ao comparar as tonalidades apresentadas pelos tecidos 1 e 2, percebemos que aquele lavado com a presença de eletrólitos manteve uma cor mais vívida, enquanto a amostra lavada apenas com sabão em pó perdeu mais cor durante o processo. É importante observar também que, apesar de desbotar menos que a amostra número 1, a amostra 2 também sofreu descoloração com as lavagens ficando vários tons mais claro que o tom original.

Os tecidos tingidos com corante sintético com adição de cloreto de sódio no banho de tingimento, após as lavagens, estão apresentados na Figura 11, bem como o comparativo das cores predominantes em cada amostra para facilitar a análise visual:

FIGURA 11 – COMPARATIVO DE TONALIDADE APÓS LAVAGENS DE TECIDOS TINGIDOS COM CORANTE SINTÉTICO NA PRESENÇA DE CLORETO DE SÓDIO



FONTE: A autora (2023)

Apesar de apresentar tonalidades mais fortes que a análise anterior, podemos perceber uma situação semelhante. Ambos os tecidos que passaram por processo de lavagem perderam pigmentação, ainda que a amostra número 1 tenha desbotado mais que a amostra número 2, que recebeu adição de cloreto de sódio junto ao molho para lavagem do tecido.

Assim como os tecidos tingidos com corante sintético, os tecidos tingidos com urucum também foram lavados para que fosse possível analisar a permanência do corante no tecido e a influência do cloreto de sódio no processo.

A Figura 12 apresenta a coloração final e comparativo das 3 amostras referentes aos tecidos tingidos com o pigmento de urucum extraído com álcool e sem adição de sal de cozinha no banho de tingimento.

FIGURA 12 – COMPARATIVO DE TONALIDADE APÓS LAVAGENS DE TECIDOS TINGIDOS COM URUCUM NA AUSÊNCIA DE CLORETO DE SÓDIO



FONTE: A autora (2023)

Por fim, a Figura 13 apresenta os resultados após lavagens das amostras dos tecidos tingidos com sementes de urucum, com adição de cloreto de sódio durante o tingimento.

Mesmo que cada trio de amostras apresente sua tonalidade específica, consequente do processo de tintura, foi possível observar um comportamento similar quanto ao processo de lavagem, em todos os casos. Para os quatro trios de amostras, as duas peças de tecido submetidas às lavagens apresentam descoloração. Embora tenham perdido pigmentação, no entanto, é possível perceber que aquelas lavadas na presença de solução de cloreto de sódio conseguiram performar um pouco melhor

e reter mais pigmento, mantendo uma cor mais vibrante que aquelas lavadas apenas com sabão em pó.

FIGURA 13 – COMPARATIVO DE TONALIDADE APÓS LAVAGENS DE TECIDOS TINGIDOS COM URUCUM NA PRESENÇA DE COLORETO DE SÓDIO



FONTE: A autora (2023)

De modo geral, pode-se considerar que a adição do cloreto de sódio, que é um eletrólito, é capaz de provocar a redução do número de moléculas de água disponíveis para a solvatação das moléculas do pigmento. Deste modo, o pimento tem sua solubilidade diminuída, tendendo a permanecer aderido à estrutura da fibra. (MORI E CASSELLA, 2009).

Esse efeito, conhecido como *salting-out*, também pôde ser observado no processo de tintura dos tecidos, uma vez que a solução saturada de eletrólitos tende a facilitar a disponibilidade do pigmento para que este possa ser adsorvido ou ligado

à estrutura molecular da fibra têxtil. No processo de lavagem, embora uma boa quantidade da tintura ainda seja levada por arrasto, a presença do cloreto de sódio pode amenizar o processo de descoloração, mesmo que não o previna completamente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da proposta inicial da investigação, foi possível verificar que o cloreto de sódio pode contribuir para a prevenção da descoloração até certo ponto, retardando o processo. No entanto, diante dos testes realizados, só é possível levantar essa afirmativa ao tratar da interação entre a fibra de algodão e corantes diretos ou então pigmentos com cadeias longas capazes de formar intensas interações de Van der Waals. Dado que existem diversos tipos de corantes e diversos tipos de fibras, não é aconselhável utilizar o sal de cozinha durante o processo de lavagem, pois pode acarretar resultados indesejados como o desgaste de tecidos finos pelo atrito dos cristais do cloreto de sódio.

A principal contribuição do processo investigativo proposto no presente trabalho é a utilização de métodos, que podem ser simples e caseiros, na investigação suposições populares. Com o advento das metodologias ativas e o aluno cada vez mais ao centro do processo de ensino aprendizagem, a investigação baseada em temáticas cotidianas é um interessante meio de abordagem para a química.

5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A metodologia apresentada e testada no presente trabalho é de fácil acesso e pode vir a se tornar um interessante projeto ou sequência didática a ser trabalhada em sala de aula, envolvendo, de forma contextualizada, os impactos ambientais, econômicos e sociais da indústria têxtil, além, claro, dos conceitos químicos que se integram ao tema.

Outro aspecto que pode também ser observado em trabalhos futuros é a realização de experimentos para testar a influência do sal de cozinha na presença de fixadores e selantes têxteis comerciais, além da possibilidade de serem realizados testes mais precisos em laboratório, como o uso de UV-VIS na água de lavagem para teste da concentração de corante que se desprende da fibra e fica dissolvido na água.

Ainda, pode ser investigado, com mais precisão, métodos eficazes de extração do pigmento presente no urucum, utilizando diferentes técnicas de extração e solventes.

REFERÊNCIAS

- GUARATINI, C. I.; ZANONI, M. V. B. Corantes têxteis. **Química nova**, v. 23, p. 71-78, 2000.
- COSTA, A. S. **Tingimento de celulose produzida do pseudocaule da bananeira (Musa sp) com corantes naturais**. Monografia (Engenharia Florestal). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2010.
- ARAÚJO, M. E. M. Corantes naturais para têxteis—da antiguidade aos tempos modernos. **Conservar Patrimônio**, n. 3-4, p. 39-51, 2006.
- PERUZZO, L. C. et al. **Influência de agentes auxiliares na adsorção de corantes de efluentes da indústria têxtil em colunas de leito fixo**. Dissertação (Mestre em Engenharia Química). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2003.
- MARINHO, S. E. **Tingimento: um processo que agrega valor estético à matéria-prima têxtil**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Design). Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2019.
- BEZERRA, P. Q.; MAGALHÃES, S. O.; BELIN, T. O.. **Estudo do urucum como corante natural têxtil em diferentes tipos de tecidos**. 2022.
- ARSLAN-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, n. 2, p. 117-130, 2008.
- DE ALMEIDA, É. J. R.; DILARRI, G.; CORSO, C. R.. A indústria têxtil no Brasil: Uma revisão dos seus impactos ambientais e possíveis tratamentos para os seus efluentes. **BOLETIM DAS ÁGUAS**, ¹Departamento de Bioquímica e Microbiologia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), p. 1-18, 2016.
- DE ALMEIDA, P. G. **Corantes nas Indústrias de Alimentos e Bebidas**. CRQ IV, 2013.
- IUPAC. Compendium of Chemical Terminology, 2nd ed. (the "Gold Book"). Compiled by A. D. McNaught and A. Wilkinson. Blackwell Scientific Publications, Oxford (1997). Online version (2019-) created by S. J. Chalk. ISBN 0-9678550-9-8. <https://doi.org/10.1351/goldbook>.
- ABIT. Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção – Perfil do Setor, 2023. Disponível em: < <https://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor> > Acessado em 20 de outubro de 2023.
- RAMM, E. F.; MORAIS, R. T..R. Brechó: empreendimento focado no consumo sustentável da moda em constante crescimento no mercado. **Revista de Administração de Empresas Eletrônica-RAEE**, n. 16, p. 86-110, 2022.

LIMA, A. L. S.; PEREIRA, M. H. G; PINTO, L. H.P. A.C. **Corantes Sintéticos – A Química Das Cores**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.

GARCIA, C. E. R., BOLOGNESI, V. J., DIAS, J. D. F. G., MIGUEL, O. G., & COSTA, C. K. Carotenoides bixina e norbixina extraídos do urucum (*Bixa orellana* L.) como antioxidantes em produtos cárneos. **Ciência Rural**, 42, 1510-1517. (2012)

BACHA, G. S. et al. **Moda fast fashion: impactos ambientais e sociais na comunidade do trabalho internacional**. 2022.

MORI, M; CASSELLA, R. J. Estudo da Sorção do Corante Catiônico Violeta Cristal Por Espuma de Poliuretano em meio Aquoso Contendo Dodecilsulfato de Sódio. **Quim. Nova**, Vol. 32, No. 8, 2039-2045, 2009.

COMO MANTER A COR DAS ROUPAS. **WikiHow**. Disponível em: <<https://pt.wikihow.com/Manter-a-Cor-das-Roupas#Refer.C3.AAncias>> Acessado em 15 de outubro de 2023.

APRENDA A MANTER A COR DA CALÇA JEANS USANDO SAL. **Catraca Livre**, 2017. Disponível em: <<https://catracalivre.com.br/criatividade/aprenda-a-manter-a-cor-da-calca-jeans-usando-sal/>> Acessado em 15 de outubro de 2023.

COMO LAVAR A ROUPA COM SAL PARA NÃO DESBOTAR? **Baia do Conhecimento**, 2021. Disponível em: <<https://baiadoconhecimento.com/biblioteca/conhecimento/read/85692-como-lavar-a-roupa-com-sal-para-nao-desbotar>> Acessado em 15 de outubro de 2023.

COMO O SAL EVITA QUE AS ROUPAS DESBOTE? **Super interessante**, 2011. Disponível em < <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-o-sal-evita-que-as-roupas-desbotem/>> Acessado em 15 de outubro de 2023.

DICAS PARA EVITAR QUE A ROUPA SOLTE TINTA EM DIFERENTES TIPOS DE LAVAGEM. **Qualitá**, 2019. Disponível em: <<https://casapratiquaqualita.com.br/materia/dicas-para-evitar-que-a-roupa-solte-tinta-em-diferentes-tipos-de-lavagem/#:~:text=O%20mais%20indicado%20%C3%A9%20usar,uma%20lavagem%20j%C3%A1%20funciona%20superbem.>> Acessado em 15 de outubro de 2023.