

ANDRÉ LUIZ ALVES
CAROLINA HELENA KRIESER
GABRIELLE SILVATTI
JAÍNE DOS SANTOS DE SOUZA
SARAH SERAFIM KLEIMMANN
NAYANE CRISTINA DEUCHER
WELLINGTON ROY SCHMIDT

**APLICAÇÃO DO CORANTE NATURAL DE *Curcuma longa* L NO TINGIMENTO
DE FIBRAS DE ALGODÃO**

ANDRÉ LUIZ ALVES
CAROLINA HELENA KRIESER
GABRIELLE SILVATTI
JAÍNE DOS SANTOS DE SOUZA
NAYANE CRISTINA DEUCHER
SARAH SERAFIM KLEIMMANN
WELLINGTON ROY SCHMIDT

**APLICAÇÃO DO CORANTE NATURAL DE *Curcuma longa L* NO TINGIMENTO
DE FIBRAS DE ALGODÃO**

Relatório de pesquisa desenvolvido no eixo
formativo diversificado “Conectando
Saberes” do curso Técnico em Química
(Modalidade Integrado) do Instituto Federal
de Santa Catarina – Campus Jaraguá do Sul.

Orientadora: Karine Thaise Rainert
Coordenador: José Roberto Machado

JARAGUÁ DO SUL
2018

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaríamos de agradecer ao Instituto Federal de Santa Catarina- Jaraguá do Sul, Campus Centro pela oportunidade e apoio na realização da presente pesquisa que nos proporcionou novas experiências e rica consecução de conhecimento.

Agradecemos também nossa orientadora Karine Thaise Rainert, por toda paciência e dedicação, que nos deu total apoio, e se mostrou disponível nos momentos necessários.

Ao nosso coordenador de fase José Roberto Machado, que teve grande influência no decorrer da realização desta pesquisa.

Também agradecemos as estagiárias do laboratório têxtil Ana Carolina Volkmann, Thaline Martins de Oliveira, Bianca Melissa Figueiredo e Mayara Cristina de Azevedo, que se mostraram presente e nos auxiliaram durante as práticas laboratoriais.

Aos professores Débora Martinez, Juliano Ramos, Roberto João Eissler e Heiderose Herpich Picolli, por todo apoio e contribuição de ideias e conhecimentos, por dedicar parte do tempo e nos apresentar sugestões e alternativas para melhor execução da pesquisa.

Agradecemos aos nossos familiares e amigos pela paciência e compreensão, por entender a necessidade de aprimoramento e dedicação de tempo durante essa execução.

De modo geral, agradecemos a todos que nos auxiliaram na presente pesquisa, direta e indiretamente. A todos que dedicaram parte do seu tempo para ler e se aprofundar no assunto.

RESUMO

É de conhecimento científico os problemas ambientais e corpóreos do corante sintético utilizado no tingimento de tecidos, visto como uma alternativa o presente trabalho possui como objetivo principal analisar a eficácia do corante natural de açafrão em comparação ao corante sintético visando apresentar as vantagens do corante natural sustentável. Buscando os métodos mais eficientes para a utilização do corante *Curcuma longa L* com o intuito de cumprir nossos objetivos, usamos de base as normas da NBR (Norma Brasileira), realizando assim tingimentos e testes que nos ajudaram visualizar esta alternativa. Para tal foram realizados 48 tingimentos e 240 testes, os quais foram apresentados em tabelas, sendo de figura ou dados numéricos e seus resultados foram discutidos abaixo. A partir daí conseguimos confirmar ou refutar as hipóteses propostas que mostraram-se favoráveis ao uso do pó de açafrão como um meio de tingir tecidos 100% algodão sem agredir o meio ambiente e a saúde humana.

Palavras-chaves: Corante; Meio Ambiente; Solidez; Açafrão.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Aditivos utilizados em processos de tingimento.	15
Tabela 2: Concentrações dos banhos de tingimento.....	23
Tabela 3: Solidez à lavagem doméstica.....	29
Tabela 4: Solidez à fricção a seco e úmido.	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estrutura molecular do corante brasilina (vermelho-fogo).....	11
Figura 2: Estrutura molecular do corante índigo.	12
Figura 3: Estrutura molecular de corante hidroazóico.....	17
Figura 4: Estrutura molecular de corante azul de metileno.	18
Figura 5: Estrutura molecular do corante curcumina.	19
Figura 6: Estrutura molecular da β -glicose	21
Figura 7: Corante natural sem mordente tingido à 60 °C, concentração 0,5% (A); 1,5% (B) e 4,5 % (C).	25
Figura 8: Corante natural com mordente tingido à 60 °C, concentração 0,5% (A); 1,5% (B) e 4,5 % (C).	26
Figura 9: Amostras tingidas a 10 (A), 15 (B) e 15% (C) sem emulsificante a 100°C.....	26
Figura 10: Amostras tingidas a 10 (A), 15 (B) e 15% (C) com emulsificante a 100°C.	27
Figura 11: Corante sintético sem mordente tingido à 60°C, c oncentração 0,5% (A); 1,5% (B) e 4,5 % (C)..	28

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 HIPÓTESES.....	9
3 OBJETIVOS.....	10
3.1 Objetivo geral	10
3.1 Objetivos específicos.....	10
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
4.1 História do corante	10
4.2 Corantes naturais	11
4.3 Corantes sintéticos.....	12
4.4 Mordentes.....	12
4.5 Principais tipos de corantes e principais produtos utilizados no tingimento.....	13
4.5.1 Impactos ambientais.....	16
4.5.2 Efeitos toxicológicos na saúde humana	16
4.6 A dificuldade da implantação de corantes naturais na indústria	18
4.6.1 Propriedades do corante natural presente na <i>Curcuma longa L.</i>	19
4.6.2 Legislação ambiental.....	20
4.7 Fibra de algodão	20
5 METODOLOGIA.....	21
5.1 Tingimento	22
5.1.1 Produtos auxiliares	22
5.2 Testes de solidez.....	23
5.2.1 Testes de solidez à lavagem doméstica.....	23
5.2.2 Testes de solidez à fricção.....	24
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	24
6.1 Tingimento	24
6.1.1 Tingimento com corante natural	24
6.1.1.1 Tingimento com corante natural sem mordente.....	24
6.1.1.2 Tingimento com corante natural com mordente	25
6.1.1.3 Tingimento com corante natural sem mordente e com emulsificante a 100 °C.....	27
6.1.2 Tingimento com corante sintético.....	27
6.2 Ensaio de solidez à lavagem doméstica	28
6.3 Ensaio de solidez à fricção a seco e úmido.....	29
7 CRONOGRAMA	31

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
9 REFERÊNCIAS.....	34

1 INTRODUÇÃO

A presente pesquisa visa analisar o corante natural extraído do açafrão para a utilização em tecidos 100% algodão, quanto à solidez a lavagem e fricção, objetivando mostrar as vantagens do corante natural sustentável.

Em 1856, William Henry Perkin foi o primeiro cientista a sintetizar um corante sintético. A partir daí, o corante sintético passou a substituir o natural devido a sua eficácia tanto no tingimento, quanto na facilidade de produção em massa. Porém, mesmo demonstrando maior facilidade para a indústria, o corante sintético é responsável por diversos danos ao meio ambiente e a saúde de quem o utiliza no dia a dia. Um de seus males, por exemplo, é que em contato com o corpo humano pode causar alergias e outros tipos de doenças (GUARATINI; ZANONI, 1999).

Quando relacionado com o meio ambiente, o corante sintético traz consigo um histórico de problemas no descarte que, quando negligenciado, pode ter como consequência a poluição da região afetada, alterando todo ambiente de vida do local. Segundo DOS SANTOS, *et al.* (2015), atualmente a indústria do corante vem sofrendo com o aumento dos custos de matéria prima e energia para a produção e realização da síntese de corantes. Além dos efeitos nocivos ao meio ambiente, o corante sintético também causa danos à saúde humana já que corantes do tipo azo-aromáticos¹, por exemplo, podem ser responsáveis pela formação de aminas, benzinas e outras substâncias potencialmente cancerígenas (GUARATINI; ZANONI, 1999).

Devido a esses fatores, a equipe responsável pela execução da pesquisa pretende analisar a absorção do corante natural *Curcuma longa L* pelo tecido de algodão, pressupondo que o mesmo absorverá com facilidade o corante. É importante averiguar também a solidez do corpo de prova após o tingimento para corroborar ou refutar a hipótese de que a solidez em ambos seria a mesma.

2 HIPÓTESES

- A utilização de mordente no tingimento com corante natural *Curcuma longa L* influenciará na solidez do tingimento;
- A solidez no tecido de algodão no tingimento com corante natural *Curcuma longa L* será maior ou igual a solidez no tingimento com corante sintético;

¹ Azo-corantes ou corantes azóicos podem ser caracterizados pela ligação por sistemas aromáticos e possuem agrupamentos de nitrogênio em uma ligação dupla.

- A temperatura irá influenciar a capacidade de solubilização do pó de açafrão utilizado na solução de tingimento;
- O uso de mordente pode acarretar uma alteração de cor na amostra tingida;
- O emprego de emulsificante na solução poderá ajudar na solubilização do pó de açafrão sem interferir na pigmentação da amostra tingida.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Analisar a eficácia do corante natural em comparação ao corante sintético visando apresentar as vantagens do corante natural sustentável.

3.1 Objetivos específicos

- Avaliar a solidez do corante natural em comparação com o corante sintético no tecido 100% algodão;
- Constatar a resistência do tecido de algodão tingido com corante natural e sintético em lavagem doméstica e fricção;
- Verificar a eficiência do corante em determinadas temperaturas;
- Utilizar a menor quantidade de substâncias poluentes nos processos realizados.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A presente pesquisa abordará temas que vão desde a história do corante até o surgimento do corante sintético e apresentará suas propriedades, juntamente com questões ambientais, toxicológicas e legislativas.

4.1 História do corante

Desde os antigos povos, como os egípcios, gregos e romanos, os corantes eram muito utilizados como adorno pessoal, para decorar objetos, armas e utensílios, além de fazer pinturas e principalmente tingir os têxteis com os quais cobriam o corpo e embelezavam as habitações. (ARAÚJO, 2006).

Há mais de 4 mil anos se tem registro da utilização do corante onde os Egípcios produziam suas maquiagens e pinturas. Os corantes de tom vermelho eram sempre mais procurados porém de difícil extração, sendo de alto custo, e um grande significado de nobreza e a dignidade (ARAÚJO, 2006).

A teoria mais aceita é de que o tingimento de tecidos surgiu na Índia e de lá se espalhou para a Pérsia e região, onde se tem registros de tecidos tingidos em tumbas pelos povos que tinham o conhecimento sobre a formação de novas cores a partir de misturas, também foram encontradas amostras de tecidos amarelos em cavernas próximas ao Mar Morto aproximadamente datadas do ano 135 com a utilização de açafraão (ARAÚJO, 2006).

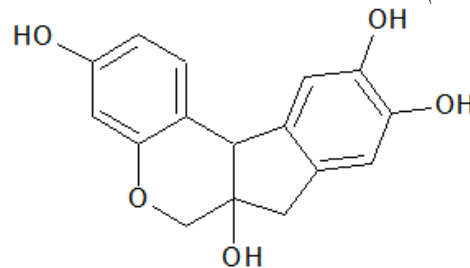
4.2 Corantes naturais

Os primeiros corantes que eram de origem natural e vegetal auxiliaram muito para a economia e cultura. Por serem extraídos de frutos e vegetais possuem uma grande variedade de cores, porém não tem uma estabilidade e na maioria das vezes essa cor não é padrão.

No Brasil colônia o Pau-Brasil foi muito explorado para a fabricação da brasilina, corante responsável pela coloração vermelho-fogo. Sua extração durou desde 1501 até o final do século XIX (ARAÚJO, 2006).

De acordo com a estrutura molecular do corante brasilina, que forma o vermelho-fogo em contato com o tecido, é possível destacar principalmente que tal corante é, teoricamente, polar e pode se solubilizar em água. Tal propriedade facilita o tingimento com o mesmo, já que não seria necessário uma grande quantidade de corante para tingir uma peça de tecido.

Figura 1: Estrutura molecular do corante brasilina (vermelho-fogo).



Fonte: Autores (2017).

Como dito anteriormente, o vermelho era a cor mais procurada devido ao seu significado e grande eficácia no tingimento de alguns tipos de tecidos, com isso o Pau-Brasil, grande fonte desse pigmento, ficou em risco de extinção. (ARAÚJO, 2006).

Com a descoberta do corante sintético a utilização do corante natural diminuiu pois a qualidade e eficácia do mesmo seria melhor que a do natural.

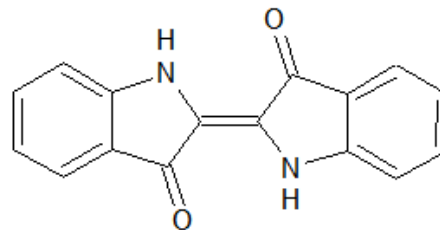
4.3 Corantes sintéticos

Passado-se os anos, o homem buscou uma forma de ter corantes com praticidade e simplicidade, desenvolvendo então os corantes sintéticos que tem como principal função a de melhorar a sua cor.

Em 1856, William Henry Perkin, um químico inglês de 18 anos, sintetizou a malveína, primeiro corante sintético a ser sintetizado. Após algum tempo, Perkin fundou uma fábrica e iniciou-se a produção em massa de corantes artificiais (BRAGA; PAULA, 2011). O mais utilizado atualmente é o corante índigo que dá cor ao jeans, sendo sintetizado pela primeira vez em 1880.

Diferente de corantes como a brasilina, o corante índigo apresenta uma estrutura molecular constituída principalmente por carbonos com a presença de amins secundárias. Devido ao tamanho da cadeia carbônica em comparação à quantidade de amins, sua polaridade é menor que a da brasilina. As amins presentes nesse composto possuem alta reatividade quando ligadas a um anel aromático e costumam ser incolores até passarem por uma reação de oxidação para que então sejam capazes de originar compostos coloridos.

Figura 2: Estrutura molecular do corante índigo.



Fonte: Autores (2017).

Podemos perceber ao longo da história o uso do corante sintético para diversos fins, e mesmo tendo a causa de impactos ambientais, ainda é a de maior utilização atualmente por ter distintas vantagens comerciais.

4.4 Mordentes

Os mordentes são substâncias químicas utilizadas para preservar a durabilidade da cor, resistência às lavagens e exposição ao sol. Podem ser compostos orgânicos, sais e hidróxidos

metálicos. Seu emprego se dá pelo motivo de encontrar-se diversos corantes naturais, que não se fixam à fibra de forma eficaz, necessitando assim de um auxiliar, sendo esse o papel do mordente. Porém a utilização deste pode causar a variação da tonalidade da cor (ARAÚJO, 2006).

Durante a história diversos produtos foram utilizados como mordentes por diferentes povos e épocas. Entre os mordentes orgânicos o mais habitual era o ácido tânico, o qual não é uma espécie química bem definida, mas uma mistura de compostos da família dos taninos hidrolisáveis².

Pode-se dizer que o mordente mais popular é o alúmen, um material constituído principalmente por sulfatos duplos formados a partir de sulfatos de alumínio, ferro e cromo com sulfatos de potássio, sódio e amônio (ARAÚJO, 2006).

Quanto a aplicação do mordente à fibra, existe variedade de formas de se realizar. Pode ser aplicado previamente, antes do corante, aplicado em conjunto ao corante ou então posteriormente, quando primeiro tingem-se com o corante e após aplica-se o mordente no mesmo banho. A forma de proceder depende do produto utilizado e, também, do resultado desejado, pois o mordente tem grande influência na cor final adquirida pela fibra (PICCOLI, 2008).

Porém, com a utilização de certos mordentes, é provocada uma contradição entre o apelo ecológico e não tóxico dos corantes naturais, pois uma grande quantidade de sais minerais, que na maioria dos casos são tóxicos, é necessária para se efetuar o tingimento e, conseqüentemente, íons metálicos são liberados durante as fases de lavagem. Logo é necessário a realização de tratamentos para o descarte correto dos resíduos (RISCH, 2011).

4.5 Principais tipos de corantes e principais produtos utilizados no tingimento

Dentre os corantes mais utilizados na indústria têxtil estão os corantes diretos e os corantes denominados reativos. Os corantes diretos são econômicos e de simples aplicação, foram feitos para tingir principalmente fibra de materiais derivados da celulose como algodão, porém também podem tingir outros materiais como poliéster e jeans. A fixação do corante com a fibra ocorre em solução aquosa, esse processo de tingimento é muito utilizado pela indústria têxtil pois além de ser barato e de fácil aplicação apresenta excelentes resultados pois resiste bem aos testes de solidez e as cores geralmente apresentam tonalidades mais “vivas”; porém

² Os taninos hidrolisáveis correspondem a um grupo diverso de substâncias fenólicas, hidrossolúveis. Consistem de ésteres de ácidos gálicos e ácidos elágicos glicosilados, formados a partir do chiquimato, onde os grupos hidroxila do açúcar são esterificados com os ácidos fenólicos.

para que se possa ativar o corante ele precisa estar a uma temperatura pré estabelecida que fica em torno de 98 °C em uma mistura de água e NaCl com o pH neutro levemente alcalino o sal (NaCl), deve ser posto devagar e por partes para que a cor possa ser totalmente fixada (GUARATINI, ZANONI, 1999).

Os corantes reativos, ao contrário dos corantes diretos, possuem duas opções de tingimento: tingimento a frio e tingimento a quente. O tingimento a frio ocorre a uma temperatura pré determinada que fica entre 35 e 38 °C, esse processo de tingimento em especial tem a capacidade de deixar o corante mais reativo para se fixarem na fibra, já o processo de tingimento a quente ocorre a uma temperatura que fica entre 95 e 98 °C porém possuem uma fixação mais fraca quando comparados ao processo de tingimento a frio porém o tempo total de tingimento é menor que este, e são aplicados em processo de esgotamento³ e foulardagem⁴.

Os dois tipos de corantes são aplicados da mesma forma por meio aquoso em banho contendo uma mistura de água e NaCl a fim de deixar a solução neutra levemente alcalina, a principal diferença desse processo de tingimento é que uma parcela de corante reage com a água bloqueando assim a fixação deste com o tecido, cerca de 20% a 25% não se fixa ao tecido. Outra diferença deste processo é que depois de tingido as fibras de tecido tem que passar por um processo de lavagem com detergentes específicos que garantem a rigidez e a qualidade da cor do corante no tecido (GUARATINI, ZANONI, 1999).

Para melhorar a qualidade de tingimento, interação entre a fibra e corante, evitar manchas entre outras são utilizados diversos aditivos durante o processo de tingimento. Na tabela 1, formulada por Alcântara (1996), são apresentados alguns destes e suas devidas funções.

³ Esgotamento - processo em que o material têxtil fica em contato praticamente permanente com a solução. Este processo é considerado como descontínuo.

⁴ Foulardagem - processo em que o banho é forçado a penetrar no interior do material têxtil à partir de cilindros. O processo de foulardagem atende por outros nomes como impregnação.

Tabela 1: Aditivos utilizados em processos de tingimento.

Produto	Função	Base Química Mais Usada
UMECTANTE	Homogeniza e acelera a hidrofiliidade do tecido evitando diferentes tempos de contato de regiões de fibras com a solução de corante, o que provocaria manchas.	Nonilfenol etoxilado; Ácidos graxos etoxilados.
ANTIESPUMANTE	Evita transbordamento do banho de corante pela formação de espuma em máquinas de alta agitação.	Emulsões de silicone; Hidrocarbonetos alifáticos.
UMECTANTE DE BAIXA ESPUMA	Evita a formação de espuma sem a necessidade de antiespumantes.	Álcool graxo etoxilado e propoxilado.
SEQUESTRANTE	Evita que altos teores de metais na água precipitem os corantes ou manchem os tecidos.	Acrilatos; Ácido cítrico.
AJUSTADORES DE pH	Leva a solução ao pH necessário para que ocorra a reação fibra/corante.	Carbonatos (barrilha).
ELETRÓLITO	Colabora no processo de montagem do corante aumentando a força iônica do meio. Diminui a quantidade de corante perdido na solução após o tingimento.	Cloreto de sódio; Sulfato de sódio.
RETARDANTE DE MONTAGEM OU IGUALIZANTE	Evita o tingimento muito rápido das partes mais expostas do tecido, fornecendo oportunidade de, com agitação, todas as regiões do tecido serem coloridas uniformemente.	Éteres poliglicólicos; Naftaleno sulfonato de sódio.
DISPERSANTE	Usado para dispersar corantes não solúveis em água.	Tensoativos em geral.

Fonte: Alcântara (1996)

Porém, para cada espécime de fibra e corante utilizados no tingimento esses auxiliares podem ou não serem utilizados, mas são de grande importância para a eficiência de todo tingimento.

4.5.1 Impactos ambientais

Dos corantes utilizados na indústria é estimado que pelo menos 20% seja descartado em efluentes devido a perdas ocorridas durante o processo de fixação da tintura às fibras (OLIVEIRA *et al.*, 2003).

Diariamente a indústria têxtil polui milhares de litros de água, sendo o segundo maior poluidor de água limpa na terra. Os dados mostram que esse valor passa dos 200 mil toneladas por ano de correntes sintéticas durante o processo de tingimento. Esse descarte ocorre na maioria das vezes diretamente nos afluentes, poluindo assim milhares de galões de água por dia. O maior responsável por essa poluição é a indústria *fast fashion*⁵, essa indústria gera cerca de 400% vezes mais emissões de carbono nos rios, além de poluírem muito mais que a indústria *slow fashion*⁶. Suas roupas podem ser utilizadas muito menos vezes, cerca de 10 vezes menos, enquanto as roupas da indústria *slow fashion* podem ser utilizadas 50 vezes, na *fast fashion* elas podem ser utilizadas apenas 5 vezes e depois de serem usadas e lavadas começam a desbotar e têm de ser descartadas (OLIVEIRA, *et al.*, 2003).

Porém o problema vai muito além do descarte incorreto nos rios. Para que se possa produzir fibras têxteis e necessário desmatar florestas e utilizar fertilizantes que muitas vezes são nocivos ao meio ambiente. Os corantes sintéticos também chegam ao fundo do rio e se infiltram no solo chegando até os lençóis freáticos e como consequência poluem a água. A poluição da água também afeta a vida marinha pois pode matar muitos peixes devido suas características tóxicas. Esses peixes muitas vezes são consumidos pelas pessoas que acabam tendo uma grave intoxicação alimentar. (OLIVEIRA, *et al.*, 2003).

As roupas dessa indústria não podem ser reutilizadas e além disso são descartadas muito rapidamente. As roupas descartadas vão para o lixão e levam cerca de 200 anos para se degradarem, pois a fibra têxtil mais utilizada pela indústria é o poliéster, um plástico. Apesar dessa indústria poluir tanto, ela ainda sobrevive, pois suas vendas são superiores às da indústria *slow fashion* e tem um alto faturamento, as quais se concentram principalmente em países da Ásia como China e Bangladesh (OLIVEIRA, *et al.*, 2003).

4.5.2 Efeitos toxicológicos na saúde humana

⁵ *fast fashion*, é o termo utilizado para designar as indústria que possuem uma política de produção rápida e vendem em larga escala, porém produtos de menor qualidade.

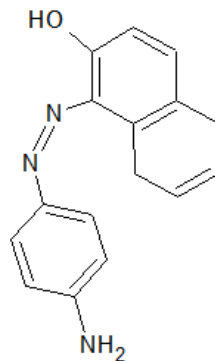
⁶ *slow fashion*, é o termo utilizado para designar as indústrias que possuem política de produção lenta e vendem seus produtos em larga escala, porém com uma qualidade superior.

Segundo GUARATINI e ZANONI (1999) os aspectos toxicológicos do corante sintético na saúde humana estão ligados ao tempo de exposição da pessoa ao produto, além de sensibilidade da pele, ingestão oral e sensibilidade de vias respiratórias. Corantes como o *Denim Indigo Blue*, utilizado na calça jeans, passam pela etapa de desgaste onde recebem substâncias tóxicas como a sílica - denominação dada a minerais com composição de dióxido de silício (SiO_2), cuja inalação durante o processo pode causar doenças como a silicose, que aumenta o cancro do pulmão. (FIGUEIREDO; CAVALCANTE, 2010).

Outra noção importante sobre o corante sintético é que segundo a LD_{50} ⁷ os corantes que podem apresentar toxicidade aguda são frequentemente os do tipo bis-azo e catiônicos (GUARATINI; ZANONI, 1999). Bis-azo fazem parte dos corantes do tipo azo, definidos como os corantes mais importantes na indústria têxtil. Segundo o Projeto Ecotintes, esses corantes são fabricados pela diazotação onde uma amina aromática é transformada em componente diazônio que reage com um componente, podendo ser um fenol, para formar o corante azo, que tem como exemplo o corante hidroazóico.

Como pode ser visto na figura 3, as amins com ligações duplas entre si formam o grupo funcional azo, característico dos corantes bis-azo.

Figura 3: Estrutura molecular de corante hidroazóico



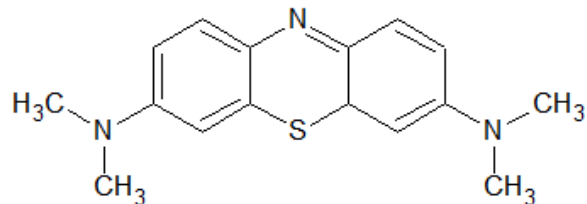
Fonte: Autores (2017)

Ainda segundo GUARATINI e ZANONI (1999) pelo menos três mil tipos de corantes azo já foram classificados e descritos como cancerígenos, sendo que sua produção já chegou ao fim na maioria dos países, exceto os menos desenvolvidos como Brasil, México, Índia e Argentina. Já os corantes catiônicos são caracterizados pela presença de grupos reativos ou grupos cromóforos diazo, porém neste caso, portadores de grupos sulfonados que reagem com

⁷ LD_{50} , ou Dose Letal 50 é a medida de uma substância que é necessária para exterminar 50% dos animais testados com a mesma.

aminas e hidroxilas presentes em seres vivos, um dos exemplos que podemos citar para esse tipo de corante é o azul de metileno (GUARATINI; ZANONI, 1999), cuja estrutura podemos ver na figura 4, com as aminas terciárias ligadas aos anéis aromáticos das extremidades e o enxofre presente no anel central.

Figura 4: Estrutura molecular de corante azul de metileno.



Fonte: Autores (2017).

O contato com esse tipo de corante também se torna prejudicial quando a solidez na fibra não é totalmente eficaz, fazendo com que a pessoa que utiliza o mesmo possa desenvolver alergias como a dermatite. Segundo um artigo publicado em 2015 pela Allergo Care - Clínica de alergia e imunologia, as pessoas podem desenvolver dermatite de contato com componentes do tecido. As substâncias da indústria têxtil que podem desencadear alergias incluem o formaldeído, utilizado para tratamento de peças novas ou engomadas e alguns componentes usados como corantes, em especial os derivados da parafenilendiamina, corante usado em roupas de cor escura ou couro sintético.

O corante parafenilendiamina também está presente atualmente na tintura de cabelo e tatuagens de henna, já sendo proibido nos Estados Unidos e União Européia por suas propriedades alergênicas (FRANZON; GON, 2011), sendo assim é visível a necessidade de implantação de uma forma de corante menos agressiva à saúde humana e ao meio ambiente, podendo encontrada nos corantes de origem natural.

4.6 A dificuldade da implantação de corantes naturais na indústria

As substâncias corantes são retiradas tanto de meios vegetais, animais ou minerais, no entanto, os corantes naturais geram cores que saem facilmente dos tecidos nas lavagens ou até na exposição à luz (ARAÚJO, 2006). Após o surgimento do corante sintético percebeu-se que, juntamente com outras substâncias que auxiliam na fixação e harmonização da coloração no tecido, ele resulta em cores mais resistentes à lavagem e despigmentação por conta da luz, o qual também é mais viável na produção em escala.

Para reintroduzir o corante natural na indústria, por exemplo, deve-se pensar na viabilidade disso para a empresa que usufrui de seus resultados. Um ponto importante a ser destacado é a padronização de cor que minimize a variação vegetal. Os investimentos com maquinário específico para essa linha de produção também geram custos, por isso se torna necessário a presença de equipamentos disponíveis e variados na indústria. (VIANA, 2012).

Ainda na dificuldade de implantação do corante natural, o mesmo apresenta uma significativa desvantagem em comparação ao sintético quanto a concentração, já que se for utilizado o processo de evaporação para concentrar o extrato, a energia e dinheiro gastos no processo não são favoráveis a produção em grande escala (VIANA, 2012).

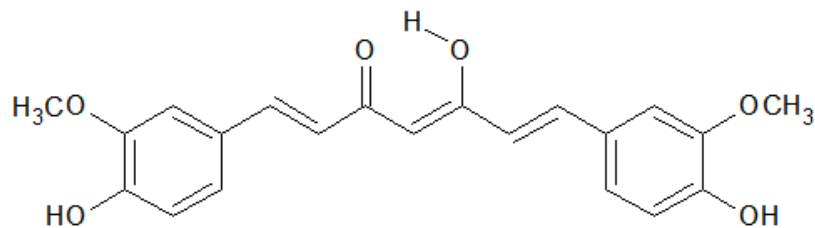
4.6.1 Propriedades do corante natural presente na *Curcuma longa L*

O pó de açafrão, obtido a partir da raiz da planta *Curcuma longa L* é utilizado como corante natural originário da Índia e Ásia Meridional, além de servir para funções medicinais, acredita-se que o mesmo possa ser a causa da diminuição dos casos de Alzheimer na Índia (PINTÃO; SILVA, 2008). A planta pertence ao gênero curcuma, com cerca de 80 espécies tabeladas e não deve ser confundida com o açafrão-verdadeiro usado apenas em restaurantes com cardápio refinado, devido ao seu alto valor comercial (SIGRIST, 2009).

O açafrão também é rico em curcumina, um composto polifenólico que está presente em cerca de 3-4% da mesma (PINTÃO; SILVA, 2008). A curcumina é a responsável pela coloração amarelo-alaranjado e a partir da secagem dos rizomas⁸ é possível obter um corante semelhante ao amarelo tartrazina (SIGRIST, 2009).

Como mostra a figura 5, os grupos fenóis presentes nas extremidades da cadeia juntamente com os éteres, cetona e enol permitem certa polaridade à molécula, no entanto, por ser uma cadeia carbônica relativamente extensa, não permite uma solubilidade em água tão eficaz.

Figura 5: Estrutura molecular do corante curcumina.



Fonte: Autores (2017).

⁸ Rizomas são caules subterrâneos característicos em plantas vasculares.

4.6.2 Legislação ambiental

Por meio da perspectiva ambiental, a eliminação da cor do banho de lavagem é um dos grandes problemas da indústria têxtil. É estimado que, em média, 20% da produção de corantes é perdida para o meio-ambiente, durante o processamento ou aplicação destes. Causando, assim, diversos impactos ambientais, os quais foram anteriormente apresentados, proporcionados pelo descarte de forma inadequada desses produtos. Logo é necessário um controle dos resíduos produzidos (SILVA, 2011).

Essa restrição foi desenvolvida pelos órgãos do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e foi instituído pela Lei 6.938/81 que estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, regulamentada pelo Decreto 99.274/90, o qual estabelece as normas e critérios para o licenciamento de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, a ser concedido pela União, pelos Estados, pelo Distrito Federal e Municípios (SILVA, 2011).

As condições de qualidade da água e a classificação dos corpos hídricos são dados pela resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do CONAMA, e é complementada e alterada resolução n. 430 de 13 de maio de 2011, a qual também dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. Nesta resolução fica estabelecido, que os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostas nesta resolução (BRASIL, 2011).

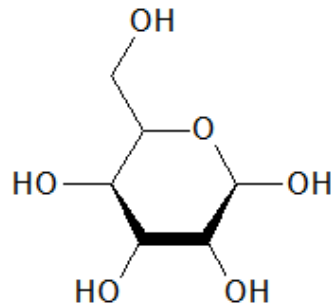
Para o cumprimento dessas leis, a indústria têxtil realiza processos de tratamento de seus efluentes com base na operação de sistemas físico-químicos de precipitação-coagulação, seguidos de tratamento biológico via sistema de lodos ativados, os quais eliminam aproximadamente 80% da carga de corantes. Porém os 20% restantes causam o acúmulo de lodo em quantidade crítica e qualquer reaproveitamento não é possível ser realizado. Com essa justificativa, estudos utilizando microorganismos capazes de degradar de maneira eficiente um grande número de poluentes a um baixo custo operacional para o adequado tratamento de efluentes têxteis a utilização de corantes naturais estão sendo realizados (SILVA, 2011).

4.7 Fibra de algodão

Durante o processo de confecção da peça, a fibra é de suma importância para definir o processo de tingimento utilizado. As fibras têxteis podem ser definidas por fibras naturais, adaptadas para o processo têxtil, e sintéticas, produzidas inteiramente em processos industriais.

A fibra a ser utilizada na presente pesquisa é classificada como fibra celulósica β -glicose (figura 6), tal qual tem como componente principal a celulose. “A celulose é um carboidrato constituído por 44,4% de carbono, 6,2% de hidrogênio e 49,4% de oxigênio” (KUASNE, 2008), com sua estrutura formada por dois anéis glicosídicos num ângulo de 180° e mesmo plano.

Figura 6: Estrutura molecular da β -glicose



Fonte: Autores (2017)

A molécula de celulose se une e forma a fibra celulósica, que tem a resistência baseada em seu grau de polimerização. Quanto maior o grau, conseqüentemente maior a resistência, que usualmente está em torno de 2.000 a 3.000 (KUASNE, 2008).

A fibra a ser utilizada na presente pesquisa é a fibra de algodão, da família das celulósicas. Propriamente dito, o algodão contém impurezas devido à própria planta. Uma das importantes características do algodão é sua taxa de repercussão a umidade, já que em atmosfera com temperatura de 20°C e 65% de umidade ele será 8,5% água. Em altas temperaturas ou exposição prolongada à umidade, a fibra de algodão pode desencadear a presença de microorganismos que afetam sua resistência (KUASNE, 2008).

O algodão puro é composto de 90 à 93% de celulose, sendo o resto gorduras e ceras, que após o processo de branqueamento são eliminadas, tornando o mesmo hidrófilo. Todas essas características dão à fibra de algodão o primeiro lugar na produção de tecidos em geral para diversos fins industriais e domésticos (KUASNE, 2008).

5METODOLOGIA

Essa parte consiste da realização do beneficiamento têxtil, “[o qual] é o conjunto de processos aplicados aos materiais têxteis, objetivando transformá-los a partir do estado cru em artigos brancos tintos, estampados e acabados” (BEZERRA, 2014).

O processo de beneficiamento é estabelecido em três partes, sendo o primário destinado a eliminar as impurezas das fibras têxteis e prepará-las para o tingimento, estamparia e acabamento final, o beneficiamento secundário é a coloração que pode ser total (Tingimento) ou parcial (Estamparia). Enquanto o beneficiamento terciário compreende a operação que modifica para melhor, as características físico-químicas do substrato após o tingimento e/ou estamparia (BEZERRA, 2014).

Este trabalho concentrou-se no beneficiamento secundário, a partir dos tingimentos executados. Para a realização dos objetivos, foram utilizadas amostras de tecido previamente alvejadas, não sendo necessário a preparação para as etapas do tingimento com o corante de *Curcuma longa L* e o corante sintético, o tecido fornecido pelo laboratório de Química Têxtil do Instituto Federal de Santa Catarina campus Jaraguá do Sul já está pré alvejado. É importante destacar que todas os procedimentos foram realizados no laboratório de Química Têxtil do IFSC - Campus Jaraguá do Sul/Centro.

5.1 Tingimento

O processo de tingimento foi realizado por esgotamento, onde o corante se desloca do banho para a fibra, como descreve Vidal Salem (2009), em um equipamento Mathis BMA.

As amostras de tecido de algodão pré-alvejadas com $10,00 \pm 0,05$ gramas foram tingidas com corante natural *Curcuma Longa L* em diferentes concentrações e com diferentes auxiliares e outras amostras foram tingidas com o corante sintético Amarelo ME4G. A relação de banho foi de 1:10, ou seja para cada 1 parte de substrato, utilizou-se de 10 partes de banho, o processo foi realizado por uma hora nas temperatura de 60 °C e 100°C.

5.1.1 Produtos auxiliares

Os produtos auxiliares utilizados para efetuar o tingimento de todas as amostras foram o cloreto de sódio (NaCl), barrilha leve (carbonato de cálcio - NaCO_2), e sequestrante (Tabela 2). Para neutralização das amostras utilizou se o ácido acético (0,5 g/L) para ambas concentrações. No tingimento com mordente a sua aplicação será executada com concentração de uso de 3%, em banho morno (60 °C) por 1 hora, conforme os estudos de Picolli (2008).

Tabela 2: Concentrações dos banhos de tingimento.

	NaCl (g)	NaOH (ml - solução 1:50)	Dispersante (ml - solução 1:10)	Na ₂ CO ₃ (g)	Corante (sintético e natural) (g)
0,5%	3,5	1,93	2,0	0,5	0,05
1,5%	5,25	2,64	2,0	0,5	0,15
4,5%	7,5	4,75	2,0	0,5	0,45
10%	3,5	1,93	2,0	0,5	1
15%	5,25	2,64	2,0	0,5	1,5
25%	7,5	4,75	2,0	0,5	2,5

Fonte: Adaptado de Rainert (2017).

Após alguns testes, percebeu-se que a solubilidade do açafrão em água era baixa. Utilizou um emulsificante (propilenoglicol) que auxiliou na solubilidade, um composto orgânico incolor e inodoro. Após os tingimentos, as amostras foram submetidas a secagem em temperatura ambiente.

5.2 Testes de solidez

Após o tingimento das amostras 100% algodão, as mesmas foram submetidas a testes de solidez baseados nas normas da NBR (Norma Brasileira). As normas NBR regulamentam os resultados por meio de uma escala padrão cinza AATCC (American Association of Textile Chemists and Colotists), ser averiguada a qualidade dos tingimentos realizados.

Estes testes foram realizados no laboratório de controle de qualidade (A-11) do IFSC, campus Jaraguá do Sul - Centro, com os equipamentos próprios para esses testes.

5.2.1 Testes de solidez à lavagem doméstica

Os testes de solidez à lavagem doméstica foram realizados com base na NBRISO105-C06 Têxteis - Ensaio de solidez da cor - Parte C06: Solidez da cor à lavagem doméstica e comercial na temperatura de teste 80°.

O procedimento foi realizado no equipamento HT-IR Dyer modelo TC 2200, marca Texcontrol, onde a amostra para teste juntamente com o corpo de prova, no qual uma amostra

de tecido sem o processo de tingimento foi costurada com a amostra tingida, com detergente industrial (4g/L) durante 30 minutos à 80 °C.

5.2.2 Testes de solidez à fricção

O teste de solidez à fricção foram realizados segundo a NBRISO105-X12 Têxteis - Ensaio de solidez da cor Parte X12: Solidez à fricção. O procedimento foi realizado no Crockmeter, as amostras de tecido tingido foram cortadas nas proporções de 10cm x 10 cm. Cada amostra foi friccionada por outro corpo de prova de algodão pré alvejado. Foram feitos testes na frente e no verso da amostra principal, tanto com o tecido seco como úmido.

Para análise foi avaliada a quantidade de corante que se desprende da amostra principal. Essa avaliação se deu por meio do uso da escala cinza⁹ onde foram verificadas as alterações em relação a cor da amostra antes e depois dos procedimentos.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nos tópicos apresentados a seguir será abordado os resultados de testes de amostra realizados com açafrão durante a execução da presente pesquisa. É válido ressaltar que os resultados serão apresentados seguindo a ordem de aplicação baseada na metodologia.

6.1 Tingimento

Neste capítulo será apresentado os resultados obtidos nos testes de tingimento com o corante natural; com e sem mordente, e sintético, visando efetuar uma comparação entre ambos utilizando como base os testes de amostra posteriores.

6.1.1 Tingimento com corante natural

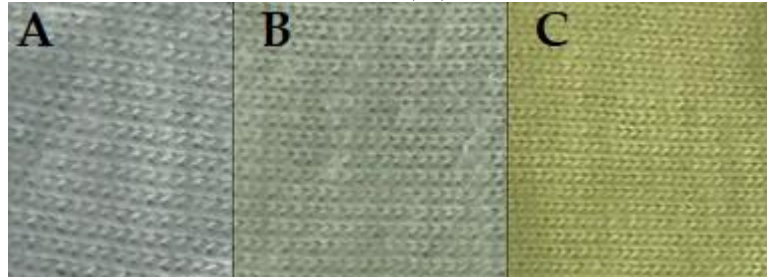
Para melhor obtenção e padronização de dados, os tingimentos foram efetuados em forma de triplicata, inicialmente realizados com o corante natural e suas devidas concentrações.

6.1.1.1 Tingimento com corante natural sem mordente

⁹ Possui um extremo preto e um extremo branco e determina o valor da porcentagem de luz que é refletida na zona de cinza neutro (50% da escala).

Na figura 7 é possível observar que as primeiras amostras a serem tingidas, com concentrações de 0,5%, 1,5% e 4,5% (massa de corante/massa de tecido) de corante natural do pó de açafrão, não obtiveram mudança significativa na coloração do tecido inicial pré alvejado, exceto pela amostra de maior concentração de corante, com 4,5%.

Figura 7: Corante natural sem mordente tingido à 60 °C, concentração 0,5% (A); 1,5% (B) e 4,5 % (C).



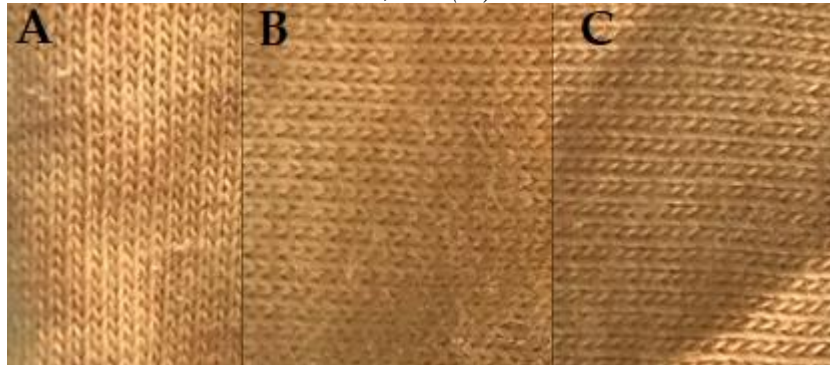
A principal hipótese seria que a temperatura atual usada para o tingimento influenciasse a capacidade do corante de solubilizar-se em meio aquoso e por esse motivo, o corpo de fundo presente na preparação de solução estaria causando uma deficiência na concentração pré estabelecida do corante natural. Para tentar solucionar o problema, determinou que as amostras fossem tingidas a 100 °C com a água em temperatura de ebulição, e não a 60 °C como determinado previamente.

Outra importante hipótese foi que a ausência de mordente na solução para tingimento estivesse acarretando uma complicação para que o corante pudesse se fixar no tecido de amostra após a lavagem, já que, durante a realização da mesma uma quantidade significativa do corante inicial foi perdida.

6.1.1.2 Tingimento com corante natural com mordente

Em relação ao corante natural com mordente, é possível observar pela figura 8 que a diferença nas concentrações para o tingimento de cada amostra não é de fácil visualização. A justificativa para isso pode se basear na utilização do mordente, já que existem pesquisas que afirmam que determinados tipos de mordentes usados na indústria podem gerar uma mudança na coloração do tecido tingido, além disso, a falta de uniformidade da cor em toda amostra também pode ser justificada pela mesma hipótese (ARAÚJO, 2006).

Figura 8: Corante natural com mordente tingido à 60 °C, concentração 0,5% (A); 1,5% (B) e 4,5 % (C).

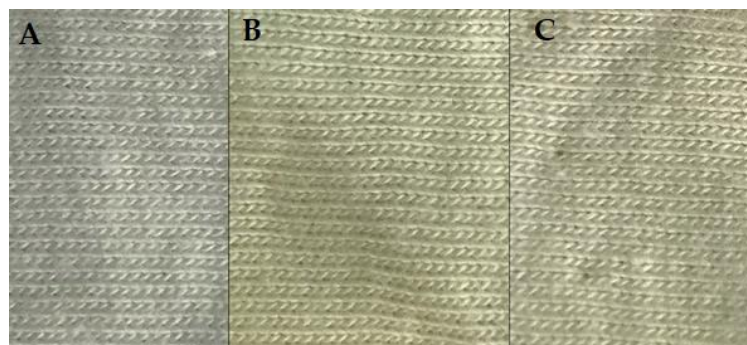


Uma das possíveis soluções encontradas para tal problema é a mudança no mordente utilizado, que nessa etapa de tingimento tratou-se do sulfato ferroso amoniacal $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$, baseado nos estudos de Picolli (2008). Tal mordente apresenta uma forte coloração esverdeada em contato com a solução salina, que apenas é removida da amostra após aquecimento durante a lavagem. Buscou-se então por uma opção de mordente industrial que pudesse ser mais eficaz para o tingimento com o corante natural.

6.1.1.3 Tingimento com corante natural sem mordente e sem emulsificante a 100°C

Os resultados obtidos pelo tingimento do tecido em maior concentração e sem uso de mordente estão apresentados na figura 9.

Figura 9: Amostras tingidas a 10 (A), 15 (B) e 15% (C) sem emulsificante a 100°C.



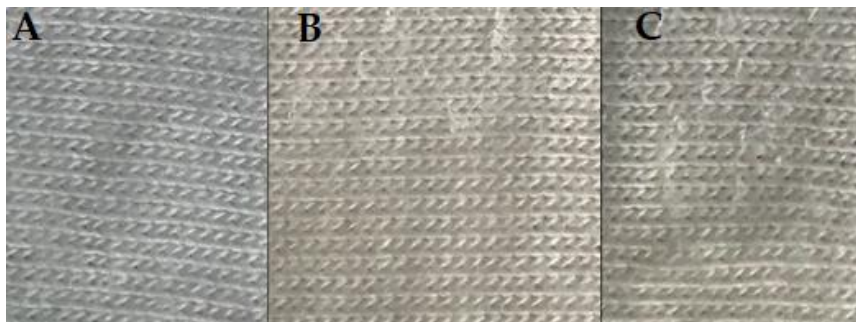
Já se torna possível notar uma elevação visível da pigmentação do tecido tingido com emulsificante à 100 °C, mesmo que a cor tenha novamente sido alterada. Um ponto importante a ser destacado é que mesmo com alta temperatura e concentração de corante, os resultados

ainda foram inferiores aos da amostra A do teste de corante natural sem mordente e sem emulsificante.

6.1.1.3 Tingimento com corante natural sem mordente e com emulsificante a 100 °C.

Nos seguintes testes as soluções de banho foram preparadas utilizando o emulsificante, o qual é possível observar através da figura 10, interferiu positivamente na coloração do tecido.

Figura 10: Amostras tingidas a 10 (A), 15 (B) e 15% (C) com emulsificante a 100°C.

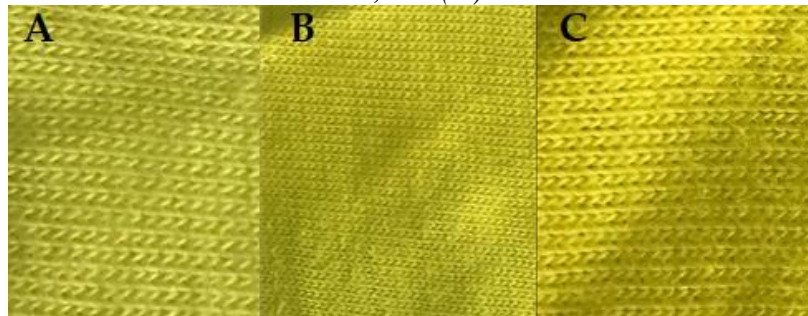


Mesmo com os bons resultados em reduzir as manchas do tecido, o emulsificante foi responsável por interferir na qualidade da pigmentação, que reduziu-se em comparação ao corante natural sem a presença do mesmo. Por falta de tempo, não foi possível testar o emulsificante em outras temperaturas e com diferentes concentrações de corante, porém, surge como hipótese que a temperatura pode influenciar na qualidade do tingimento mesmo na presença do emulsificante, tal qual possui maior resultado em menores temperaturas.

6.1.2 Tingimento com corante sintético

Com relação ao tingimento usando o corante sintético sem uso de mordente, foram obtidos os seguintes resultados apresentados na figura 11.

Figura 11: Corante sintético sem mordente tingido à 60°C, concentração 0,5% (A); 1,5% (B) e 4,5 % (C).



A principal constatação quanto ao corante sintético sem mordente é que, como esperado, ele foi fixado com mais facilidade ao tecido e a cor apresentou maior uniformidade. Porém, durante a etapa de lavagem do tecido após o tingimento, grande parte da pigmentação desse corante saiu em contato com a água, visto isso, se o descarte para esse resíduo estivesse irregular a poluição causada pelo mesmo seria relevante em grande escala.

Além disso, as concentrações usadas para a preparação foram as mesmas para todas as amostras e, no caso do corante sintético, não houve uma diferença tão nítida no tom de amarelo utilizado entre, por exemplo, a concentração 0,5% e a concentração 4,5%, tendo permanecido com uma coloração semelhante.

6.2 Ensaios de solidez à lavagem doméstica

O corante sintético não possuía função para tingir tecidos de algodão até 1884, por isso eram utilizados diferentes processos. Algum tempo depois, Böttiger descobriu uma forma de tingir a fibra de algodão e a partir daí surgiram diversos outros tipos de corante. Porém, a desvantagem desse grupo sempre foi a dificuldade quando relacionada aos testes de solidez à lavagem (PICCOLI, 2008).

Em contrapartida, estudos a respeito do corante natural obtido a partir de excrementos do bicho-da-seda também afirmaram que o pH da solução pode interferir relativamente na sua solidez. Segundo Giacomini *et al.* (2016), as notas de solidez obtidas com o corante natural na presença de mordente para o caso do excremento de bicho-da-seda, não foram significativas para a fixação da cor no tecido. O mordente usado em questão tratava-se do sulfato ferroso amoniacal, o mesmo utilizado na presente pesquisa.

De acordo com a NBRISO105-C06, que determina testes e resultados por meio de uma escala padrão, as amostras de tecido de algodão tingidas com corante natural passaram por um teste de lavagem doméstica que visa constatar a solidez da cor (tabela 3).

Tabela 3: *Solidez à lavagem doméstica.*

Conc.	CNSM-60*	CNCM-60	CNSM-100	CNSE-100	CNCE-100	CS-60
0,5%	5	4/5	5	-	-	5
1,5%	5	4/5	5	-	-	5
4,5%	5	4	5	-	-	5
10%	-	-	-	5	5	-
15%	-	-	-	5	5	-
25%	-	-	-	5	5	-

Em relação à solidez à lavagem, ou seja, da transferência do corante para outras fibras, o corante *Curcuma Longa L* obteve excelentes resultados quando utilizado sem auxiliares ou com o emulsificante propilenoglicol, sendo 5 a nota para os tecidos-testemunhas em que a transferência de cor visível é mínima. As amostras tingidas com o corante sintético também obtiveram resultados satisfatórios como esperado.

Assim como nos estudos de Silva, *et al.* (2016), nota-se que a utilização do mordente sulfato ferroso amoniacal interferiu de forma negativa nas notas de solidez a lavagem, onde as amostras tingidas com a utilização deste, ainda que dentro do padrão aceitável pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, possuíram nota inferior às demais. Porém é de grande importância salientar que as amostras tingidas juntamente com o mordente obtiveram sua tonalidade superior às demais tingidas somente com a utilização do corante natural *Curcuma Longa L*, ou deste juntamente com o emulsificante propilenoglicol.

Com base nos resultados satisfatório destes testes, assim como de outros autores como Rodrigues (2013) o corante estudado possui aptidão a ser utilizado em produtos têxteis de moda, porém mais estudos são necessários para o aumento de eficácia e implementação na indústria.

6.3 Ensaio de solidez à fricção a seco e úmido

Utilizando como base estudos sobre o corante natural extraído do pinhão para tingimento de tecidos de algodão e lã, constatamos novamente a alteração de cor proveniente do sulfato ferroso que também ocasiona alteração nos testes de fricção, assim como de lavagem. Silva, *et al.* (2017) em seu trabalho sobre o pinhão também considera o mesmo uma opção viável para utilização industrial visto que seus resultados em solidez a fricção foram satisfatórios.

Inicialmente, os ensaios foram realizados com as amostras tingidas com corante natural a 60 °C sem a presença de mordente, as primeiras na execução da presente pesquisa. Nelas não foi possível identificar grande alteração na transferência de pigmento do tecido para o corpo de prova, uma das razões para isso pode ser a de que a cor do processo de tingimento já não havia sido bem fixada, assim como aconteceu com o teste de lavagem doméstica, e se tornou difícil a visualização dessa transferência a olho nu. A tabela 4 apresenta os resultados de solidez à fricção a seco e a úmido para os tingimentos com corante natural sem e com mordente.

Tabela 4: Solidez à fricção a seco e úmido.

Conc.	CNSM-60		CNCM-60		CNSM-100		CNSE-100		CNCE-100		CS-60*	
	S	U	S	U	S	U	S	U	S	U	S	U
0,5%	5	5	$\frac{4}{5}$	$\frac{2}{3}$	5	5	-	-	-	-	5	$\frac{4}{5}$
1,5%	5	5	4	2	5	5	-	-	-	-	5	$\frac{4}{5}$
4,5%	5	5	3	2	5	5	-	-	-	-	5	5
10%	-	-	-	-	-	-	5	5	5	5	-	-
15%	-	-	-	-	-	-	5	5	5	5	-	-
25%	-	-	-	-	-	-	5	5	5	5	-	-

*CNSM-60: Tecido tingido com corante natural sem mordente a 60°C; CNCM-60: Tecido tingido com corante natural com mordente a 60°C; CNSM-100: Tecido tingido com corante natural a 100°C; CNSE-100: Tecido tingido com corante natural sem emulsificante a 100°C; CNCE-100: Tecido tingido com corante natural com emulsificante a 100°C; CS-60: Tecido tingido com corante sintético a 60°C; S: Fricção a seco; U: Fricção a úmido.

Quando comparamos os resultados do corante natural com os de Silva, *et al.* (2017), identificamos que em ambos os casos o resultado a úmido foi inferior ao resultado apresentado nas amostras testadas a seco. No caso dos ensaios realizados com a utilização do mordente, até mesmo a seco a transferência apresentou dados que novamente constata que a utilização do sulfato ferroso não traz vantagem para o processo de tingimento. Além disso, é possível diagnosticar também que a transferência de pigmento é maior conforme a concentração de corante é maior, já que com maior quantidade de corante há também uma maior quantidade de curcuma que não se fixou à fibra com intensidade suficiente.

Os testes também foram realizados com as amostras de corante sintético que apresentaram resultados satisfatórios. É importante ressaltar que o corante sintético já possui uma carga de substâncias fixadoras diretamente de fábrica, por isso é previsto que o mesmo não

saia tão facilmente do tecido em exposição a fricção. Mesmo assim, o tecido úmido transferiu certa quantidade de pigmento para o corpo de prova.

Os ensaios de solidez nos tecidos tingidos com corante natural à 100 °C, tanto com emulsificante quanto sem emulsificante, mostram um resultado promitente se comparado aos tecidos tingidos a 60 °C e em menor concentração.

Se tratando dos resultados com corante natural na presença de emulsificante, mesmo que a presença de tal complemento tenha causado uma alteração da cor, ainda assim é surpreendente que não haja transferência visível. Corroborando para a hipótese de interferência da temperatura onde a amostra foi tingida e formulou uma base para estudos posteriores a respeito da eficácia do corante natural.

Quando comparamos os resultados obtidos pela escala de cinza do corante sintético e do corante natural sem uso de mordente é possível observar que os índices do corante natural são significativamente promissores, vale ressaltar que a nota necessária em escala de cinza para o produto ser comercializado deve ser superior a 3.

7CRONOGRAMA

Atividades 2018/1	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho
Revisão bibliográfica	X	X	X	X	X
Cálculos	X				
Testes no laboratório	X	X	X		
Análise de dados			X	X	X
Elaboração do relatório		X	X	X	X
Apresentação do trabalho					X

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento da presente pesquisa visou analisar a capacidade da utilização de um tipo de corante natural sustentável como forma de substituir o corante sintético. As amostras tingidas apenas com o corante natural não tiveram uma coloração relativamente alta, porém, a equipe buscou solucionar o problema com produtos auxiliares que alteraram a cor do tecido pré alvejado 100% algodão. Além disso, foram realizados estudos a respeito da influência da temperatura na reação que proporciona o tingimento.

É possível corroborar com base nos conhecimentos obtidos a hipótese de que a temperatura irá influenciar a solubilização do pó de açafrão em água, retomando a afirmação de que a característica da molécula de curcumina, componente colorífico do açafrão, não é de fácil solubilização em condições normais. Contudo, as amostras que foram tingidas sem a utilização de emulsificante ou mordente na solução não puderam ser analisadas, já que foram utilizadas para outras finalidades sem o consentimento do grupo.

Tendo como base os resultados obtidos com a utilização do mordente, a temperatura em 100 °C obteve mudança significativa no tingimento em máquina, porém confirmamos outra hipótese em relação ao mesmo que afirma que a presença dele na solução pode ocasionar uma alteração da cor, que passou do amarelo para um marrom-alaranjado. A utilização do mordente sulfato ferroso amoniacal não seria vantajosa para uso industrial em um tingimento, já que não seria obtida a mesma tonalidade desejada a partir do açafrão. Graças ao tempo, estudos com outros tipos de mordente, como o alúmen, não foram realizados, porém tornam-se uma sugestão para continuidade de projetos de pesquisa da área.

A outra hipótese relacionada ao emulsificante, tal qual afirma que o emprego do emulsificante poderá ajudar na solubilização do pó de açafrão sem interferir na pigmentação do tecido tingido, não pode ser corroborada nem refutada. O emulsificante usado para a solução de tingimento, propilenoglicol, ajudou na solubilização do açafrão na solução, é possível observar graças a diminuição de manchas presentes no tecido tingido, mas ao mesmo tempo foi responsável por uma mudança significativa na coloração do tecido, ao passo que se tornou quase irreconhecível em comparação ao corpo de prova. Como discutido anteriormente, o mesmo emulsificante possui melhores resultados em temperaturas amenas, sendo assim, seria viável a realização de testes com propilenoglicol em diferentes temperaturas.

Tratando-se da solidez do tecido de algodão após o tingimento, a hipótese de que o tecido de algodão no tingimento com corante natural *Curcuma longa* L seria maior ou igual a solidez no tingimento com corante sintético. Tal hipótese pode ser confirmada apenas para os

testes de tingimento com corante natural sem mordente e emulsificante, afinal, nesse caso a solidez do tecido mostrou-se maior tanto nos testes de fricção quanto os de lavagem. No caso do teste com produtos adicionais, não é possível confirmar a hipótese, devido ao tecido com mordente ter solidez inferior ao sintético e o tecido com emulsificante não apresentar pigmentação suficiente para tal análise de forma precisa.

A partir dos resultados obtidos na presente pesquisa podemos afirmar que o corante natural deve ser seriamente analisado pois apresenta resultados que o qualificam como capaz de substituir o corante sintético na indústria têxtil. Quando tratamos de questões ambientais, a composição da solução usada no corante natural apresenta-se como menos poluente que o corante sintético pois em sua maior parte ela é composta por pó de açafrão e água.

É de suma importância que pesquisas que visem meios de buscar soluções sustentáveis e saudáveis para a população em geral, que convive diariamente com produtos como o corante sintético, sejam levadas a sério e apoiadas a todo momento. Os corantes têxteis são objetos muito amplos para serem estudados, por isso novas metodologias podem ser aplicadas para o uso industrial, mas é valoroso sempre buscar formas que não pensem apenas no processo de produção acelerado e sim na carência de um mundo mais saudável tanto para os seres humanos, quanto para o meio ambiente que os cerca.

9 REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, M. R. A **Química do Processamento Têxtil**. Química Nova, V. 19, n 13, 1996. São Paulo. Disponível em: <http://submission.quimicanova.s bq.org.br/qn/qnol/1996/vol19n3/v19_n3_17.pdf>. Acesso em 18 de abril de 2018.

ANICET, Anne; et al. **Ações na área da moda em busca de um design sustentável**. <<http://hdl.handle.net/1822/14959>>. Acesso em 18 de outubro de 2017.

ARAÚJO, Maria Eduarda Machado. **Corantes naturais para têxteis—da antiguidade aos tempos modernos**. 2006. Disponível em: <http://moodle-arquivo.ciencias.ulisboa.pt/1415/pluginfile.php/83484/mod_resource/content/1/4_corantes.pdf> Acesso em 17 de agosto de 2017.

BARCELLOS, Ivonete Oliveira; PICCOLI, Heiderose Herpich; DOS SANTOS, Vera Lucia Vogel. **Pré-alvejamento de materiais têxteis com ozônio e avaliação de suas propriedades de superfície, físicas e tintoriais**, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1517-707620170001.0122>> Acesso em 17 de novembro de 2017.

BEZERRA, Clóvis. **Beneficiamento Têxtil**. 2014. Disponível em: <<http://clovisbezerra.tripod.com/materiais-didaticos/proqui-i/escovagem-nav-cha.pdf>>. Acesso em 17 de abril de 2018.

BRAGA, Taís Alcântara; PAULA, Anderson Correa. **Corantes**, 2011. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAeneQAD/corantes>> Acesso em 02 de fevereiro de 2018.

BRASIL. **Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Resolução n° 430, de 13 de maio de 2011. Diário Oficial da União. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>> Acesso em 18 de outubro de 2017.

CARE, ALLERGO. **Alergia a roupas**. 2015. Disponível em: <<http://www.allergo.com.br/artigo.php?id=310>> Acesso em 30 de setembro de 2017.

CHAGAS, Aécio Pereira, **O ensino de aspectos históricos e filosóficos da química e as teorias ácido base do século xx**, Campinas-SP, 1999. disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/qn/v23n1/2156.pdf>> acesso em 16 de novembro de 2017.

GUARATINI, Cláudia C. I.; GUARATINI, Maria Zanoni. **Corantes têxteis**, 1999. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422000000100013>> Acesso em 16 novembro de 2017.

DA FONSECA, Ruben Guilherme. **Hidrofilidade em fibras de algodão branco e naturalmente colorido**. 1999. Disponível em <http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos_cba5/491.pdf> Acesso em 18 de novembro de 2017.

DE ABREU, Mônica; et al. **As pressões ambientais da estrutura da indústria.** 2004 <<http://www.redalyc.org/html/2051/205114648002/>>. Acesso em 01 de novembro de 2017.

DOS SANTOS, C. et al. **Processo de estruturação de corantes com características híbridas compatíveis para aplicação em materiais poliméricos, fibras celulósicas, sintéticas e mistas.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015. Disponível em <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/127046/000974019.pdf?sequence=1>> Acesso em 30 de setembro de 2017.

ECOTINTES. **Quais são os corantes azo?** Disponível em: <<http://www.ecotintes.com/pt-br/content/quais-sao-os-corantes-azo>> Acesso em 30 de setembro de 2017.

FIGUEIREDO; Giselle Campos; CAVALCANTE, Ana Luisa Boavista Lustosa. **Calça Jeans - Produtividade e Possibilidades Sustentáveis,** 2010. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/projetica/article/viewFile/7727/6860>> Acesso em 02 de fevereiro de 2018.

FRANZON, Paula Guiomar Ubirajara; GON, Airton dos Santos. **Dermatite de contato por tatuagens temporárias de henna,** 2011. Disponível em: <http://www.moreirajr.com.br/revistas.asp?id_materia=4787&fase=imprime> Acesso em 30 de setembro de 2017.

GIACOMINI, Fernando; SILVA, Marcia; SILVA, Andreia Bortoluzzi. **Tingimento de têxteis com o corante natural extraído dos excrementos do bicho-da-seda,** 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Fernando_Giacomini/publication/311429289_Tingimento_de_texteis_com_o_corante_natural_extraido_dos_excrementos_do_bicho-da-seda/links/58461b9508aeda69681a63cd.pdf> Acesso em 10 de junho de 2018.

KUASNE, Angela. **Fibras têxteis,** 2008. Disponível em: <https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/8/88/Apostila_fibras.pdf> Acesso em 13 de novembro de 2017.

OLIVEIRA, J. R.; SOUZA, R. R. **Biodegradação de efluentes contendo corantes utilizados na indústria têxtil.** Seminário de Pesquisa, 2003. Disponível em: <http://www.fapitec.se.gov.br/Anais/ANAIS/Anais_fap_01_02_03_2001/trabalhos_pdf/biodegradacao.pdf> Acesso em 14 de setembro de 2017.

PICOLLI, Heiderose Herpich. **Determinação do Comportamento Tintorial de Corantes Naturais em Substrato de Algodão.** Florianópolis, novembro de 2008. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/92146/260091.pdf?sequence=1>> Acesso em 20 de setembro de 2017.

PINTÃO, Ana Maria; SILVA, Inês Filipa. **A verdade sobre o açafraão.** Caparica, 2008. Disponível em: <http://www2.iict.pt/archive/doc/A_Pintao_wrkshp_plts_medic.pdf> Acesso em 16 de setembro de 2017.

RAINERT, Karine Thaise. **Biodegradação de Corante Têxtil RBBR Por *Ganoderma Lucidum* em Bioadsorvente Contendo Aparas de Papel Cartão Solid Bleached Sulfate Revestidas Com Politereftalato de Etileno.** Fundação Universidade Regional de Blumenau - FURB - Centro de Ciências Tecnológicas. Blumenau, 13 de fevereiro de 2017.

RISCH, Daniel Henrico. **Avaliação do desempenho ambiental do processo de tingimento têxtil com base na produção mais limpa.** Curitiba, 2011. Disponível em: <<http://www.acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/39215/R%20-%20E%20-%20DANIEL%20HENRICO%20RISCH.pdf>> Acesso em 08 de outubro de 2017.

RODRIGUES, Ednilson Caetano. **Controle de qualidade em química têxtil: métodos práticos.** Rio de Janeiro, SENAI/DN, SENAI/CETIQT, CNPq, IBICT, PADCT, TIB, 1997. 228p. (Série Tecnologia Têxtil).

RODRIGUES, Janice Accioli Ramos. **Uso de corantes de origem natural para o tingimento de artigos têxteis de moda.** São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/100/100133/tde-03072013-140244/en.php>>. Acesso em 09 de junho de 2018.

ROSSI, Ticiane. **Corantes Naturais: Fontes, Aplicações e Potencial para Uso da Madeira,** 2008. Disponível em: <<http://www.ipef.br/tecprodutos/corantes.asp>> Acesso em 29 de setembro de 2017.

SALEM, Vidal. **Tingimento têxtil: Fibras, Conceitos e Tecnologias.** 1. ed. São Paulo: Blucher: Golden Tecnologia, 2010.

SIGRIST, Mário Sérgio. **Divergência genética em *Curcuma longa* L. utilizando marcadores microssatélites e agromorfológicos.** 2009. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Curso 24 de Agricultura Tropical e Subtropical, Instituto Agrônomo, Campinas, 2009. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/areadoinstitutoposgraduacao/dissertacoes/pb1218407.pdf>>. Acesso em 3 de junho de 2018.

SILVA, Márcia Gomes; SILVA, Andreia Bortoluzzi; GIACOMINI, Fernando; ARZANI, Viviane Cristina; FERREIRA, Fabrício Leal; RUGGERI, Thabata. **Tingimento de têxteis com o corante natural extraído dos excrementos do bicho-da-seda.** 4º Congresso Científico: Têxtil e Moda. Blumenau, Santa Catarina, 2016. Disponível em:

SILVA, Patrícia. ROSSI, Ticiane. QUEIROZ, Rayana S. COSTA, Silgia A. DA COSTA, Sirlene A. **Corante extraído do pinhão para o tingimento de algodão e lã.** São Paulo, fevereiro de 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Fernando_Giacomini/publication/311429289_Tingimento_de_texteis_com_o_corante_natural_extraido_dos_excrementos_do_bicho-da-seda/links/58461b9508aeda69681a63cd.pdf>. Acesso em: 14 de maio 2018.

SILVA, Simone Custódio. **Tratamento químico e biológico de efluentes da indústria têxtil como forma de redução do impacto ambiental aos recursos hídricos: estudo de caso: Mar Indústria Têxtil e Tinturaria Ltda.** Criciúma, junho de 2011. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/handle/1/1029>> Acesso em 18 de outubro de 2017.

VIANA, Teresa Campos. **Corantes naturais na indústria têxtil, como combinar experiências do passado com as demandas do futuro?** Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <<http://www.ppgd.uemg.br/wp-content/uploads/2013/10/Teresa-Campos-Viana.pdf>> Acesso em 13 de novembro de 2017.

ZANELLA, Geovani. Fundação Universidade Regional de Blumenau. **Tratamento de banhos de tingimento têxtil por processos foto-fenton e avaliação da potencialidade de reuso.** **Publisbq:** Quimica Nova, São Paulo. v. 33, n. 5, p.1039-1043, Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Geovani_Zanella/publication/260766073_Treatment_of_textile_dyeing_baths_by_photo-Fenton_processes_and_evaluation_of_the_reuse_potentiality/links/547c47850cf205d16881f698.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2018.