



Câmpus
Jaraguá do Sul – Centro

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE SANTA CATARINA
CÂMPUS JARAGUÁ DO SUL – CENTRO
PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA “CONECTANDO OS
SABERES”

ANDRÉ LUIZ ALVES
CAROLINA HELENA KRIESER
GABRIELLE SILVATTI
JAÍNE DOS SANTOS DE SOUZA;
MAYARA CAMARGO CANTOVICK
NAYANE CRISTINA DEUCHER
WELLINGTON ROY SCHMIDT

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

JARAGUÁ DO SUL
2017

ANDRÉ LUIZ ALVES
CAROLINA HELENA KRIESER
GABRIELLE SILVATTI
JAÍNE DOS SANTOS DE SOUZA
MAYARA CAMARGO CANTOVICK
NAYANE CRISTINA DEUCHER
WELLINGTON ROY SCHMIDT

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

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

Orientadora: Karine Thaise Rainert

Co-orientador: Ederson Stiegelmaier

Coordenador: José Roberto Machado

SUMÁRIO

1 TEMA.....	5
2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	5
3 PROBLEMA.....	5
4 HIPÓTESES.....	6
5 OBJETIVOS.....	6
5.1 Objetivo geral.....	6
5.2 Objetivos específicos.....	6
6 JUSTIFICATIVA.....	6
7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	7
7.1 História do corante.....	7
7.1.1 Corantes naturais.....	8
7.1.2 Corantes sintéticos.....	9
7.1.3 Mordentes.....	10
7.2 Principais tipos de corantes utilizados e principais produtos utilizados no tingimento	11
7.2.1 Impactos ambientais.....	13
7.2.2 Efeitos toxicológicos na saúde humana.....	14
7.3 A dificuldade da implantação de corantes naturais na indústria.....	16
7.3.1 Propriedades do corante natural presente na Curcuma longa L.....	17
7.3.2 Legislação ambiental.....	17
7.4 Fibra de algodão.....	18
8 METODOLOGIA.....	19
9 CRONOGRAMA.....	25
10 REFERÊNCIAS.....	26

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estrutura molecular do corante Brasilina (vermelho-fogo).....	8
Figura 2: Estrutura molecular do corante índigo.....	9
Figura 3: Estrutura molecular de corante hidroazóico.....	14
Figura 4: Estrutura molecular de corante azul de metileno.....	14
Figura 5: Estrutura molecular do corante curcumina.....	16
Figura 6: Estrutura molecular da β -glicose.....	18
Figura 7: Fluxograma metodológico.....	19
Figura 8: Estrutura molecular do NaOH.....	20

1 TEMA

Aplicação do corante natural de *Curcuma longa L* no tingimento de fibras de algodão.

2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Aplicação do corante natural de *Curcuma longa L* (açafrão), no tingimento de fibras de algodão comparando a qualidade do tingimento com amostras de algodão tingidas com corante sintético.

3 PROBLEMA

Hoje em dia com a crescente globalização, tornam-se visíveis os avanços tecnológicos principalmente na indústria. Mesmo assim, é comum para as empresas têxteis o uso do corante sintético, trazendo um elevado consumo de água na relação de volume consumido e volume de material têxtil produzido (TWARDOKUS, 2004) e, quando o processo não está regularizado, os poluentes obtidos no processo acabam sendo descartado nos rios causando grandes danos ao meio ambiente já que não podem ser degradados por microorganismos (ROSSI, 2008).

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).

Surge então a questão problema: o uso de corantes naturais na indústria têxtil poderia ser tão eficaz quanto o corante sintético ao mesmo tempo causando menos danos ao meio ambiente e à saúde humana?

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

4 HIPÓTESES

- O corante natural *Curcuma longa L* poluirá em menor quantidade os rios após o descarte em comparação ao corante sintético;
- O tecido de algodão absorverá com eficácia o corante natural *Curcuma longa L*;
- 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;
- A água consumida no tingimento com corante natural será consideravelmente reduzida ao ser comparada com a utilizada no tingimento com corante sintético.

5 OBJETIVOS

5.1 Objetivo geral

- Analisar a eficácia do corante natural em comparação ao corante sintético buscando formas de reduzir poluição ambiental e efeitos nocivos á saúde.

5.2 Objetivos específicos

- Avaliar a solidez do corante natural em comparação com o corante sintético no tecido de algodão;
- Determinar a solidez do corante natural no tecido 100% algodão;
- Constatar a resistência do tecido de algodão tingido com corante natural;

6 JUSTIFICATIVA

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.

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 afetando a 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 disso a pressão para minimizar os danos causados ao meio ambiente e a saúde devido aos efluentes descartados como produto do processo é crescente (DOS SANTOS, *et al.*, 2015).

É nesse contexto que podemos justificar a necessidade de corantes menos poluentes e mais seguros para quem entra em contato com ele. Por esse motivo a presente pesquisa visa analisar o corante natural extraído do açafrão para a utilização em tecidos 100% algodão, quanto à solidez no tecido e poluição do processo de tingimento, objetivando mostrar as vantagens do corante natural sustentável.

7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

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

7.1 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).

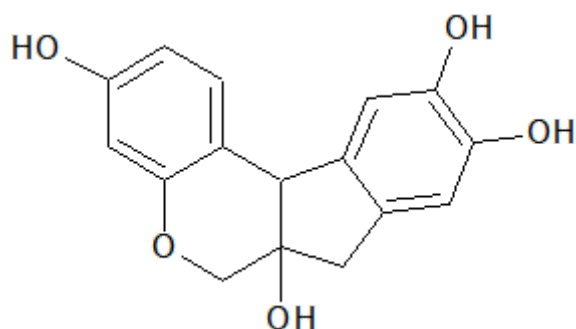
A teoria mais aceita é de que o tingimento de tecidos surgiu na Índia e de lá se espalhou para a Pérsia e região, onde se tem registros de tecidos tingidos em tumbas pelos povos que tinham o conhecimento sobre a formação de novas cores a partir de misturas, também foram encontradas amostras de tecidos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

7.1.1 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, período durante o qual teve uma exploração tão intensa que ficou em perigo de extinção. (ARAÚJO, 2006).

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 tinha 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).

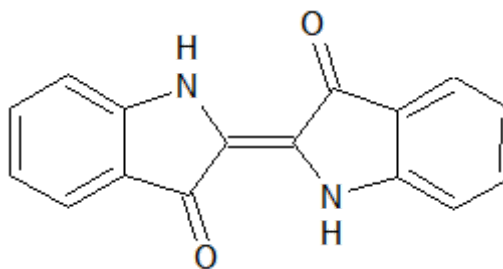
Com a descoberta do corante sintético a utilização do corante natural diminuiu pois a qualidade e eficácia do mesmo seria melhor que a do natural.

7.1.2 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.

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.

7.1.3 Mordentes

Os mordentes são substâncias químicas utilizadas para preservar a durabilidade da cor, resistência às lavagens e exposição ao sol. Podem ser compostos orgânicos (por exemplo os taninos), 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. Sais inorgânicos como sais de cromo, sulfato e acetato de alumínio, e sais de ferro, de níquel e de zinco, também foram utilizados como mordentes. Porém o mordente mais popular foi o alúmen, um material constituído principalmente por sulfatos duplos formados a partir de sulfatos de alumínio, ferro e crômio 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).

Em seus estudos, Heiderose Herpich Picolli (2008) apresenta o sulfato ferroso amoniacal como uma opção para mordente. Essa substância também é conhecida como sal de Mohr, possui a fórmula molecular de $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$, se encontra, quando em condições ambiente, no estado sólido, possui cor verde azulada e sua solubilidade em água é de 269 g/L em 20 °C. É um produto não perigoso, usado até mesmo como suplemento alimentar. Nas análises realizadas obteve bons resultados nos testes de solidez à lavagem e devido a sua atoxidade, não causa grandes danos ao meio ambiente, diferencialmente de outros mordentes.

7.2 Principais tipos de corantes utilizados e principais produtos utilizados no tingimento

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.

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 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).

No processo de pigmentação, são utilizados algumas soluções que possibilitam o tingimento dentre os principais podemos citar, eletrólitos consistem em uma solução que

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.

permite com que os elétrons trafeguem pela solução com maior facilidade, possibilitando assim que o tecido seja tingido completamente. (AGOSTINHO, *et al.*, 2004)

Outro componente importante no processo de pigmentação é o álcali, que consiste em um sal iônico de um metal alcalino, esse produto serve como base para o processo de tingimento. Entretanto, o sal não atua diretamente no corante e na fibra do tecido, mas sim na própria água da solução deixando-a saturada e impedindo assim que o corante volte para a água e se fixe na roupa, pois a água neste caso já está preenchida com sal. Tal processo impede que a fibra desbote ainda no processo de tingimento garantindo assim durabilidade ao produto e coloração mais intensa (CHAGAS, 1999).

7.2.1 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 corantes sintéticos 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 é 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

⁵ *fast fashion*, é o termo utilizado para designar as indústrias 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.

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).

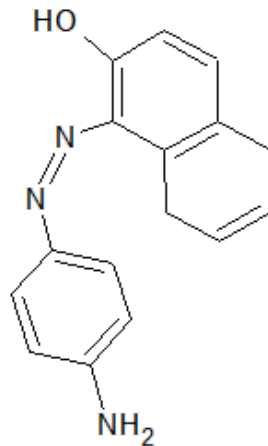
7.2.2 Efeitos toxicológicos na saúde humana

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.

Figura 3: Estrutura molecular de corante hidroazóico

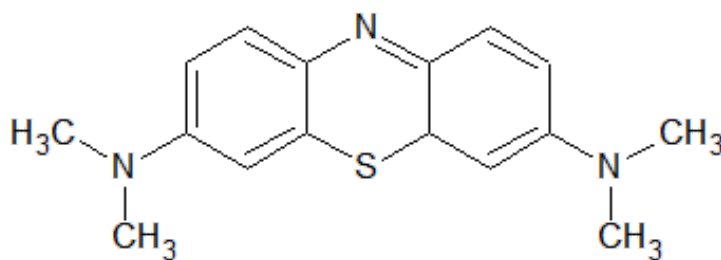
⁷ LD_{50} , ou Dose Letal 50 é a medida de uma substância que é necessária para exterminar 50% dos animais testados com a mesma.



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 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).

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 parafenilenodiamina, corante usado em roupas de cor escura ou couro sintético.

. O corante parafenilenodiamina 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.

7.3 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).

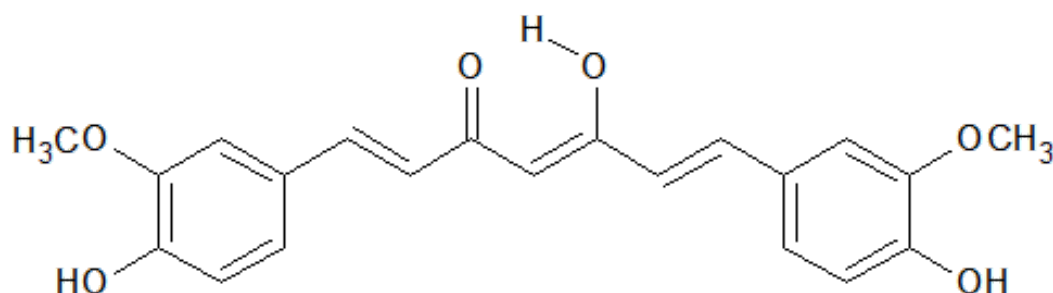
7.3.1 Propriedades do corante natural presente na *Curcuma longa L*

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 também é rica em curcumina, um composto polifenólico que está presente em cerca de 3-4% da mesma (PINTÃO; SILVA, 2008). Para ilustrar é possível visualizar a estrutura química da curcumina na Figura 5.

Figura 5: Estrutura molecular do corante curcumina



Fonte: Autores (2017).

7.3.2 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).

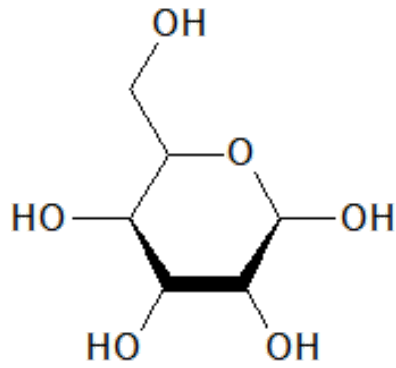
Para o cumprimento dessas leis, a indústria têxtil realiza processos de tratamento de seus efluentes com base na operação de sistemas físico-químicos de precipitação-coagulação, seguidos de tratamento biológico via sistema de lodos ativados, os quais eliminam aproximadamente 80% da carga de corantes. 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).

7.4 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 -glucose, 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 -glucose



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).

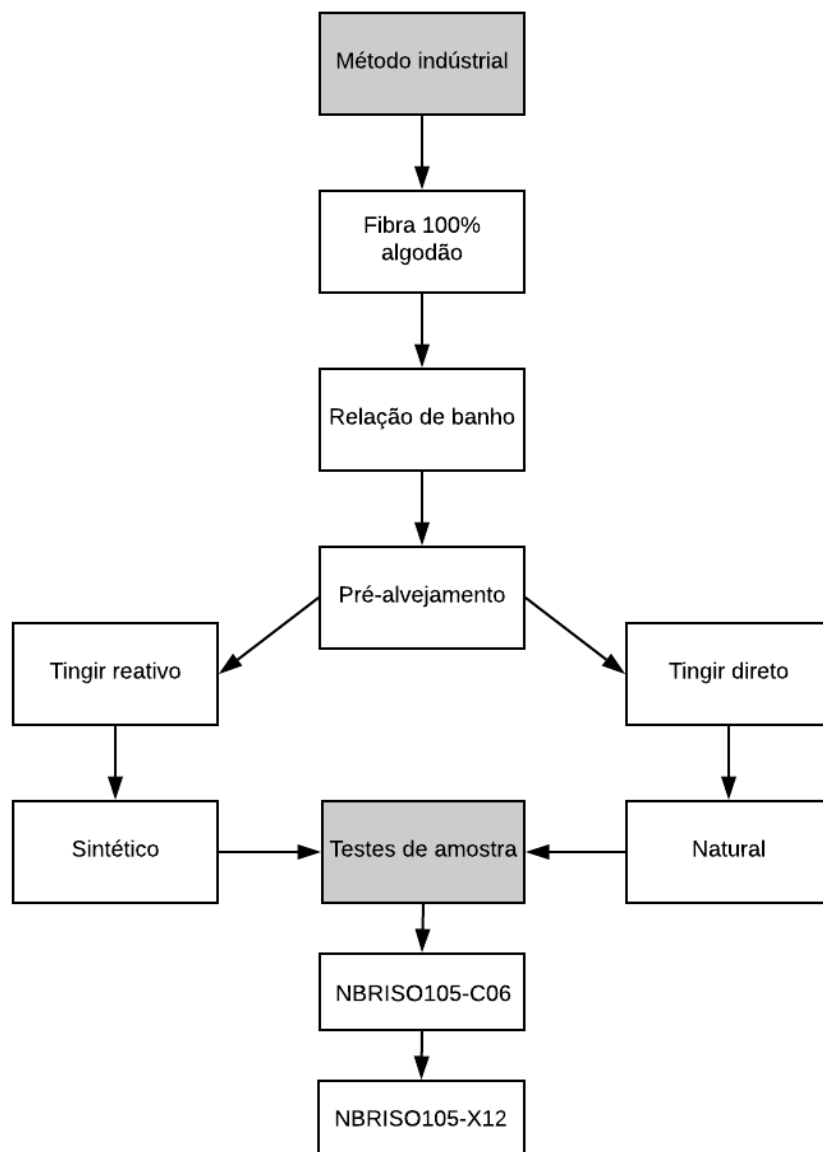
O algodão puro é composto de 90 à 93% de celulose, sendo o resto gorduras e ceras, que após o processo de branqueamento são eliminadas, tornando o mesmo hidrófilo. Todas essas características dão à fibra de algodão o primeiro lugar na produção de tecidos em geral para diversos fins industriais e domésticos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

8 METODOLOGIA

Para a realização dos objetivos, será necessário efetuar a preparação da amostra de tecido, o tingimento e os ensaios de solidez. Destacando que todas os procedimentos serão realizados no laboratório têxtil do IFSC - Campûs Jaraguá do Sul/Centro.

Na figura 7 podemos observar cada uma das etapas a serem realizadas durante a execução do projeto:

Figura 7: Fluxograma metodológico



Fonte: Autores (2017).

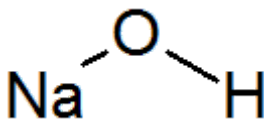
Pré alvejamento

Para preparar a amostra de tecido 100% algodão que iremos utilizar, faremos o processo prévio para a tintura, o pré alvejamento que consiste em fazer o branqueamento e remover as substâncias que estão presentes no tecido a fim de preparar o mesmo para os procedimentos necessários. Segundo MALUF e KOLBE (2003), o pré-alvejamento se caracteriza por ser uma operação que visa remover as ceras e graxas, substâncias solúveis e a coloração amarelada natural das fibras de algodão, conseqüentemente aumentando sua brancura e tornando o produto preparado para os próximos tratamentos de tingimento. O pré-alvejamento é feito com peróxido de hidrogênio, surfactante, silicatos, álcalis e agentes complexantes que dão ao algodão suas propriedades para estamparia, tinturaria e comercialização, estando pronto para tingir (MALUF, KOLBE, 2003).

A água, o corante, à fibra e os compostos aditivos são fundamentais e muito importantes, e podem ter grande influência para o processo de tingimento da fibra.

A relação do banho (substrato/solução) a ser usada é de 1:10, será utilizados os agentes oxidantes: Hidróxido sódio (NaOH 50%/conc. 3% m/m) e Peróxido de Hidrogênio (H₂O₂ 200 volumes ou 50%/conc. 3% m/m). Juntamente com o detergente/umectante (1g/L) que possui a função de aumentar a hidrofiliade⁸ do material e retirar os óleos e gorduras da amostra. Por fim o auxiliar sequestrante/dispersante (1g/L) responsável pela estabilidade do sistema e que age na água dura proporcionando uma limpeza mais eficiente.

Imagem 8: Estrutura molecular do NaOH



Fonte: Autores (2017).

Tingimento

O processo de tingimento a ser realizado será por esgotamento, onde o corante se desloca do banho para a fibra, como descreve Vidal Salem (2009). O tingimento das amostras

⁸ Hidrofiliade é o nome atribuído à capacidade que a fibra de algodão possui de absorver e reter água.

serão realizados em um equipamento Mathis BMA, onde a amostra têxtil e a solução serão colocadas em recipientes chamados canecas, dentro do próprio equipamento. As amostras de tecido de algodão pré-alvejadas com $10,00 \pm 0,05$ gramas serão tingidas com corante natural *Curcuma Longa L* em concentrações diferentes de 0,5%, 1,5% e 4,5% (clara, média e escura, respectivamente).

Os produtos auxiliares que serão utilizados para efetuar o tingimento de todas as amostras, serão o cloreto de sódio (NaCl), barrilha leve (carbonato de cálcio - NaCO_2), e sequestrante, os quais serão diluídos em água (Tabela 1). Para neutralização das amostras utilizará ácido acético (0,5 g/L) para ambas concentrações. A relação de banho será de 1:10, ou seja para cada 1 parte de substrato, necessitará de 10 partes de banho, o processo se realizará de 30 a 40 minutos nas temperaturas de 40°C e 60 °C.

Tabela 1 - Concentrações dos banhos de tingimentos.

Corante	NaCl (g/L)	Na_2CO_3 (g/L)	Sequestrante (g/L)
0,5%	35	5	2
1,5%	52,5	5	2
4,5%	77,5	5	2

Fonte: Rainert (2017).

A diferenciação das amostra será dada pelos distintos corantes a serem utilizados e o uso ou não do mordente. Uma amostra será tingida com corante sintético Amarelo ME4G 225% corafix (0,5%, 1,5% e 4,5%) e as outras duas serão tingidas com corante natural presente na *Curcuma longa L*, nestas, em uma o tingimento será sem o uso de nenhum mordente e outra com o uso do sulfato ferroso amoniacal, o qual possui essa função.

Na amostra que possuirá o mordente o processo de mordentagem será posterior, devido às vantagens citadas anteriormente na fundamentação teórica. Sua aplicação será executada com concentração de uso de 3%, em banho morno (60 °C) por 1 hora, assim como os estudos de Heiderose Herpich Picolli (2008) apresentam como adequados.

Após os tingimentos realizados, as amostras se submeterão a secagem para enfim ser possível a realização dos testes de solidez destas.

Teste da amostra

Após o tingimento das amostras 100% algodão, as mesmas serão submetidas a testes de solidez baseados nas normas da NBR (Norma Brasileira). As normas NBR regulamentam os resultados por meio de uma escala padrão. Os testes consistem em:

- NBRISO105-C06 Têxteis - Ensaio de solidez da cor - Parte C06: Solidez da cor à lavagem doméstica e comercial na temperatura de teste 80°;

Materiais utilizados: amostra de algodão 10x10; tecido testemunha; pipeta 10ml; becker 2000ml.

Procedimento: Será costurado uma amostra de tecido sem o processo de tingimento junto da amostra com o processo concluído, após isso, em um recipiente com água e sabão, a amostra ficará de molho durante dois minutos. Com isso, retiramos os resíduos de sabão presentes na amostra com o banho de água. Espremer a amostra para sair o excesso de água e esperar secar as partes separadamente.

Se a amostra tingida não lavada estiver igual a amostra que passou pelo processo de lavagem, a solidez estará boa.

- NBRISO105-X12 Têxteis - Ensaio de solidez da cor Parte X12: Solidez a fricção;

Materiais utilizados: amostras de algodão puro 10x10 e amostra tingida.

Procedimento: As amostras que passaram pelo processo de tingimento serão testadas com o auxílio de dois pedaços de tecido de algodão puro, que não passaram pelo procedimento de tinturaria, uma amostra será úmida e outra seca. Com o intuito de constatar a resistência da amostra tingida em relação à sua solidez a fricção, será friccionado o algodão seco e o úmido ao tecido tingido. Para tal análise será utilizada a escala cinza⁹ onde iremos verificar as alterações em relação a cor da amostra antes e depois do procedimento.

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).

9 CRONOGRAMA

Atividades 2018/1	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	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

10 REFERÊNCIAS

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.

BARCELLOS, Ivonete Oliveira; PICCOLI, Heiderose Herpich; DOS SANTOS, Vera Lucia Vogel. **Pré-alveamento 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.

BRAGA, Taís Alcântra; 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 nº 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

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.

DE 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.

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. 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**, 2011. Disponível em: <http://www.moreirajr.com.br/revistas.asp?id_materia=4787&fase=imprime> Acesso em 30 de setembro de 2017.

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

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.

MALUF, E., KOLBE, W. **Dados técnicos para a indústria têxtil**, São Paulo, Câmara Brasileira do Livro, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-70762017000100420&script=sci_arttext#B10> Acesso em 18 de novembro de 2017.

NETO, Agostinho, et al. **Eletrólito e suas múltiplas funções no processo de eletrodo**, Santos- SP, 2004. disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422004000500022>> acesso em 15 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.

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).

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.

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.** São Paulo: Blucher: Golden Tecnologia, 2010.

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.