



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
NÚCLEO DE DESIGN E COMUNICAÇÃO
CURSO DE DESIGN**

Maria Eduarda Rufino da Silva

**PARÂMETROS DE QUALIDADE DO CORANTE DIRETO NA
FIBRA CELULÓSICA.**

**CARUARU
2019**

Maria Eduarda Rufino da Silva

**PARÂMETROS DE QUALIDADE DO CORANTE DIRETO NA
FIBRA CELULÓSICA.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Design da Universidade Federal de Pernambuco – Centro Acadêmico do Agreste.

Orientadora: Prof.^a Dra. Andréa Fernanda de Santana Costa.

Caruaru

2019

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Marcela Porfírio – CRB/4 - 1878

S586p Silva, Maria Eduarda Rufino da.
Parâmetros de qualidade do corante direto sobre a fibra celulósica. / Maria Eduarda Rufino da Silva. – 2019.
53 f. ; il. : 30 cm.

Orientadora: Andréa Fernanda de Santana Costa.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Design, 2019.
Inclui Referências.

1. Corantes e tingimentos. 2. Tecidos de algodão. 3. Fibras têxteis. I. Costa, Andréa Fernanda de Santana (Orientadora). II. Título.

CDD 740 (23. ed.) UFPE (CAA 2019-071)

MARIA EDUARDA RUFINO DA SILVA

**PARÂMETROS DE QUALIDADE DO CORANTE DIRETO NA FIBRA
CELULÓSICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Design da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Design

Aprovada em: 11/06/2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Andréa Fernanda de Santana Costa (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^a Dra. Andréa Barbosa Camargo (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Jacqueline Silva Macêdo (Examinadora Externa)
Universidade Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus pela proteção e sabedoria ao longo dessa caminhada, nada seria possível.

A minha orientadora Professora Dra. Andréa Fernanda de Santana Costa pelas orientações, pelo incentivo, por ter se disponibilizado a realização deste trabalho pela paciência.

A pesquisadora do laboratório de Tecnologia Têxtil – Fibras, Fios e Tecidos, Jacqueline Macêdo que foi base para todo meu conhecimento adquirido sobre os processos de tingimentos e os testes de qualidade, pelo apoio e incentivo.

A minha amiga Shirleyziane Marinho, por toda ajuda indispensável na obtenção do material usado como base no estudo, no auxílio nos testes realizados, pelo apoio e incentivo

Aos meus amigos e familiares que, direto ou indiretamente, contribuíram para a realização e conclusão deste trabalho.

RESUMO

Este estudo originou-se do segundo processo de beneficiamento têxtil, o tingimento. O processo de tingimento é de fundamental importância para a indústria têxtil, com produtos de boa solidez e uniformidade de cor, a fim de garantir a satisfação do consumidor. O mercado exige alta qualidade do setor têxtil diante disso o trabalho buscou tratar em abordar índices de qualidade do corante direto com usualmente aplicado sobre fibras celulósicas, visto que apresentam afinidade com as mesmas. A análise realizada por meio de pesquisas bibliográficas e ensaios experimentais em laboratório, utilizando normas de qualidade vigentes por órgão reconhecido nacional e internacional, além de uso de recursos e máquinas que possibilitaram a simulação das condições necessárias para a avaliação. Constatou pelo processo de tingimento com o corante direto a sua baixa solidez da cor sobre a fibra celulósica e o desgaste do tecido sobre formação de pilling e abrasão. O propósito desse trabalho foi garantir parâmetros de qualidade sobre o objeto de estudo buscando medir e registrar índices de sua qualidade.

Palavras chaves: Tingimento. Solidez. Tecido de algodão.

ABSTRACT

This study originated from the second process of textile processing, dyeing. The dyeing process is of fundamental importance for the textile industry, with products of good solidity and uniformity of color, in order to ensure consumer satisfaction. The market demands high quality textiles that work on treating sought to address direct dye quality indexes usually applied on cellulosic fibers, since they exhibit the same affinity. The analysis carried out through bibliographical researches and experimental tests in the laboratory, using quality standards in force by a recognized national and international body, in addition to the use of resources and machines that enabled the simulation of the necessary conditions for the evaluation. He verified by the dyeing process with the direct dye its low color fastness on the cellulosic fiber and the wear of the fabric on pilling and abrasion formation. The purpose of this work was to ensure quality measurements on the object of study in order to measure and record indices of its quality.

Keywords: Dyeing. Solidity. Cotton cloth.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Escala cromática AATCC.....	33
Figura 2:	Equipamentos da Mathis Ltda – Brasil, Máquina de tingir e lavar - modelo MTP (A); Vaporizador e Rama secadora (B); Wash Tester -WT (C); Martindale - modelo MAD-B (D).....	36
Figura 3:	Ensaio de solidez a lavagem seco em temp. ambiente.....	42
Figura 4:	Ensaio de solidez a lavagem seco na rama.....	43
Figura 5:	Escala cinza para avaliação da transferência de cor (seco em temp. ambiente)	43
Figura 6:	Escala cinza para avaliação da transferência de cor (Rama).....	44
Figura 7:	Ensaio de pilling 5.000 rubs (seco em temp. ambiente)	45
Figura 8:	Ensaio de pilling 5.000 rubs (Rama).....	45
Figura 9:	Ensaio de abrasão 5.000 rubs (seco em temp. ambiente)	46
Figura 10:	Ensaio de abrasão 5.000 rubs (Rama).....	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AATCC	American Association of Textile Chemists and Colorists
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASTM	American Society for Testing and Materials
ICI	Imperial Chemical Industry
ISO	International Organization for Standardization
PT	Pronto para Tingir
RB	Relação de Banho
SDC	Society of Dyers and Colourists

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Solidez a lavagem	26
Quadro 2: Solidez a fricção úmido/seco	26
Quadro 3: Solidez à luz	27
Quadro 4: Propriedades dos corantes e substantividades com a fibra celulósica	28

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	OBJETIVOS	13
1.2	Objetivo geral	13
1.3	Objetivos específicos	13
1.4	JUSTIFICATIVA	14
2	BENEFICIAMENTO TÊXTIL	15
2.1	Beneficiamento primário	15
2.2	Beneficiamento secundário	16
2.3	Beneficiamento final	16
3	TINGIMENTO	18
3.1	Processos de tingimento	19
3.2	Tingimento por processo de esgotamento	19
3.3	Tingimento por processo contínuo	19
3.4	Tingimento pro processo semi-contínuo	20
3.5	Tingimento pro processo descontínuo	20
4	CORANTES	21
4.1	Classificação dos corantes	21
4.2	Insumos utilizados que influenciam o processo de tingimento	23
4.3	Fixação do corante	24
4.4	Propriedades dos corantes	24
4.5	Classificação da solidez	26
4.6	Corantes diretos	27
4.7	Processo de tingimento com o corante direto	27
5	FIBRAS	29
5.1	Algodão e suas afinidades com os corantes	29
5.2	Afinidade do tecido de algodão com o corante reativo	29
5.3	Afinidade do tecido de algodão com o corante sulforoso	30
5.4	Afinidade do tecido de algodão com o corante pigmento	30
5.5	Afinidade do tecido de algodão com o corante direto	30
6	PRÍNCIPIOS DA ANÁLISE DE QUALIDADE	32
6.1	Análise de ensaios de solidez	32
6.2	Análise de ensaios de pilling	33

6.3	Análise de ensaios de abrasão	34
7	METODOLOGIA	35
8	MATERIAIS E METODOS	36
9	RESULTADOS	42
10	CONCLUSÃO	48
	REFERÊNCIAS	49
	ANEXOS A – FORMULÁRIO: CORATEX	52
	ANEXOS B – TABELA: CATEGORIA DE TESTE DE PILLING	53

1 INTRODUÇÃO

O uso dos corantes acompanhou o processo do surgimento dos têxteis. Até metade do século todos os corantes eram obtidos de fontes naturais como: plantas, produtos animal e mineral, a maioria desses corantes eram pouco resistentes, desaparecendo após algumas lavagens ou expostos a luz (LADCHUMANANANDASIVAM, 2008). A busca pela alta demanda em colorir com alta fixação fez surgir os corantes sintéticos no final do século XIX, o processo de tingimento é considerado um fator fundamental para o sucesso comercial dos produtos têxteis, agregando valor estético e sensorial ao tecido tornando atrativos ao mercado (UDALE, 2009).

A boa solidez da cor é de fundamental importância para o setor têxtil, e é conseguida através da escolha adequada da fibra e sua afinidade com o corante sintético. O processo do tingimento e a utilização de um tipo de corante são fundamentais para a determinação da fixação e solidez da cor. Segundo SENAI (2005) dependendo do corante e da má absorção do corante pela fibra, tende a transferir cor ou alterações no tingimento.

O mercado hoje necessita que após o processo de tingimento, o corante “resista aos tratamentos pelos quais as fibras são submetidas durante os processos de fabricação e uso normal” (SENAI, 2001, p. 20). Por isso deve-se fazer dos parâmetros de qualidade item para todoo setor têxtil utilizar, obtendo indicadores de qualidade no que se refere à solidez da cor dos corantes têxteis, que sejam submetidos a testes de cunho laboratorial, industrial ou doméstico (VALENTE; OLIVEIRA, 2011).

O presente trabalho tem por objetivo avaliar os resultados de solidez à lavagem dos tecidos tintos, direcionada somente sobre a fibra celulósica, de origem natural 100% algodão, considerando os fatores químicos e de solidez do tingimento do corante direto. Faz parte do trabalho uma breve explanação sobre os beneficiamentos, processos de tingimentos e suas características de fixação e solidez, informações sobre a fibra e suas afinidades com os corantes sintéticos, análises dos princípios de qualidade e posteriormente a realização dos testes.

Este estudo é resultado das atividades desenvolvidas no estágio no laboratório de Tecnologia Têxtil – Fibras, Fios e Tecidos, Divisão de Comunicação Administrativa do Centro Acadêmico do Agreste/UFPE. Foram realizados tingimentos com o corante direto em tecido de composição 100% algodão (PT), separada em duplicas

de cada cor tingida foram testadas e avaliadas a sua solidez da cor com temperatura e com sabão neutro obedecendo aos procedimentos da norma NBR ISO 105-A01, 2006 adaptada, e os testes de abradesistência de pilling e abrasão obedecendo aos procedimentos das normas da ASTM, NBR e ISO.

Pretendendo buscar os parâmetros de qualidade do tingimento do corante direto e da fibra celulósica de maneira satisfatória e confiável para os acadêmicos e para o setor têxtil.

1.1 OBJETIVOS

1.2 Objetivo Geral

Avaliar o processo de tingimento realizado com corante direto em tecido plano 100% algodão.

1.3 Objetivos Específicos

- Identificar o processo de tingimento do corante direto.
- Realizar testes qualitativos da qualidade do tingimento e o desgaste da estrutura têxtil.
- Avaliar as condições da superfície do tecido plano 100% algodão submetidos aos testes de abradesistência.

1.4 JUSTIFICATIVA

O tema surgiu da necessidade que a indústria têxtil tem em suprir as exigências do mercado, buscando sempre a qualidade em seu produto final. Fazer dos parâmetros de qualidade faça parte do ciclo completo do beneficiamento têxtil é uma forma de garantir que os produtos alcancem altos níveis de qualidades. Para isso é necessário que após o processo de tingimento, o corante resista aos tratamentos pelos quais as fibras serão submetidas, o que consiste na solidez da cor. A fim de que obtenham indicadores de qualidade no que se refere à solidez dos materiais têxteis.

No ponto de vista acadêmico, este trabalho visa contribuir para o segmento de criação, desenvolvimento de tingimentos, novos padrões em superfícies e processos químicos para o setor têxtil, pouco explorado por nos cursos de Design especialmente na ênfase em Moda. Essa pesquisa visa aproximar os conhecimentos dos *Designers* ao setor de confecção, vestuário e indústria têxtil no que se refere à área de processos de transformação e acabamentos superficiais nos materiais têxteis. Empregar técnicas de obtenção de índices de qualidade reconhecidas por normas internacionais, reconhecidas pelos órgãos de qualidade, confere ao estudo um valor técnico-científico que agrega valor e torna o tema relevante para o curso de Design e as empresas do setor. Tendo em vista que os materiais têxteis são analisados mediante condições simuladas em laboratório, para que após a obtenção dos resultados a indústria têxtil possa buscar a melhor qualidade do seu produto com base nos dados apresentados.

2 BENEFICIAMENTO TÊXTIL

Antes da fibra se tornar tecido passa por uma série de operações que são chamadas de “preparação à tecelagem”. As fibras passam por todos os processos de fiação, tornando-se fios. Antes que os fios sejam entrelaçados nos teares, se faz necessário a realização de operações para a preparação do fio, para poder passar no processo de tecelagem, todos os fios passam pelo processo de “urdimento” e o processo de engomagem. O urdume é revestido de amidos para reforçar os fios, que dará aos fios melhores condições para o tecimento, a engomagem será removida nos processos de beneficiamentos. O tecido plano é o produto final de todo o processo da tecelagem (PEREIRA, 2009; UDALE, 2009).

O beneficiamento têxtil é constituído por várias etapas, com a finalidade de melhorar as características físico-químicas de fibras, fios e tecidos (PEZZOLO, 2017). Os tecidos quando saem da tecelagem, ou da malharia não apresentam boa aparência e nem maciez. Diante disso, se faz necessário o processo de beneficiamento para que os tecidos se tornem esteticamente e sensorialmente atrativos ao mercado da moda (VIDART, 2013). Considerada uma das etapas fundamentais da produção têxtil, o beneficiamento pode ser dividido em três estágios, primário ou pré-tratamento, secundário e final ou acabamentos (CHATAINGNIER, 2006).

2.1 Beneficiamento primário

Os processos beneficiamento primário consistem em operações de limpeza para eliminar dos tecidos todos os óleos e aditivos que foram utilizados no processo de tecelagem ou malharia. O pré-tratamento consiste em um conjunto de operações mecânicas, físicas, químicas, bioquímicas e físico-químicas, destinadas a eliminar as impurezas das fibras têxteis e prepará-las para o tingimento, estamparia e acabamento final (PEREIRA, 2009). Para Juliano e Pacheco (2008) o beneficiamento só apresenta bons resultados se seguir uma sequência de processo interdependente.

As principais etapas do beneficiamento primário para o tecido do algodão segundo Juliano e Pacheco (2008) e Pereira (2009) são:

- Escovagem: etapa na qual as escovadeiras, máquinas dotadas de escovas que giram em sentido contrário ao tecido, escovam o tecido para remover poeira, fibrilas soltas, levantando a penugens para a navalhagem.
- Navalhagem: etapa realizada por máquinas dotadas de cilindros, com lâminas cortantes helicoidais que cortam os pelos levantados, defeitos de emendas, pequenos aglomerados ou vulgarmente chamados de “piolhos” que devem ser removidos.
- Chamuscagem: etapa que realiza a queima dos fiapos que ficam na superfície do tecido, deixando que fique mais lisa, permitindo assim o processo de tingimento ou estampagem mais uniforme.
- Desengomagem: etapa de eliminação da goma, pois a goma utilizada no processo da tecelagem do tecido impede no processo de beneficiamento.
- Purga: consiste no cozimento do tecido com soluções alcalina de hidróxido de sódio, em água quente, com a finalidade de remoção de impurezas.
- Mercerização: etapa com tratamento físico-químico no tecido sob tensão, com solução de soda cáustica modificando a estrutura interna da fibra, com a finalidade de aumentar o brilho, maior capacidade de absorção dos corantes nas fibras, maior resistência à tração e maior estabilidade dimensional.
- Alvejamento: é a etapa com o objetivo de remover cera e graxas, substâncias solúveis e a coloração amarelada natural das fibras do algodão e de outras, a adição de agentes químicos que alvejam tornando o substrato têxtil em alvo ou branco, a fim de preparar para o tingimento ou estamparia.

2.2 Beneficiamento secundário

Os processos de beneficiamento secundário envolvem as etapas de tintura e estampagem. A estampagem, feita por vários processos, imprime desenho decorativo no tecido. O tingimento é a técnica de modificação físico-químico da fibra que tem por finalidade proporcionar cor aos tecidos, mediante a utilização de corantes (PEZZOLO, 2007).

2.3 Beneficiamento final

Os processos de beneficiamento final, ou acabamento, tem o objetivo de proporcionar ao material têxtil as características finais próprias para o mercado consumidor. Com o acabamento final o substrato têxtil ganha às seguintes características: encorpamento, aumento de rigidez, maior brilho, toque macio, impermeabilidade, resistência, repelência à sujeira, à água e fogo. Estas características são incorporadas ao tecido de acordo com as necessidades e dependerá de fatores do tipo da fibra, do tipo de tecido plano ou malha (JULIANO; PACHECO, 2008). Para autora Pereira (2009) o acabamento confere as propriedades finais do substrato têxtil. Os acabamentos são químicos e físico-químicos e são interligados.

Pereira (2009) e Pezzolo (2007) consideram as principais etapas do beneficiamento finais para o tecido:

- Amaciante: pode ser aplicado por esgotamento ou continuou em fios ou em tecidos, com a finalidade de dar um toque mais suave.
- Anti-Rugas: pode ser permanentes (sólidos à lavagem) ou não permanentes, com a finalidade de diminuir a formação de rugas.
- Impermeabilizantes: Resinas destinadas a tornar o tecido impermeável.
- Anti-Chamas: Com a finalidade de impedir a propagação das chamas.

Acabamentos físicos

- Clandragem: confere aspecto lustroso ao tecido quando ele passa entre dois cilindros, sendo um deles quentes.
- Flanelagem: confere ao tecido uma base felpuda. Passam por cilindros recobertos por “guarnições de aço” que repuxam os fios do tecido.
- Lixamento: fornece uma superfície fibrosa de menos altura em relação à flanelagem. Os cilindros recobertos por lixas que raspam a superfície do tecido.
- Sanforização: Acabamentos de pré-encolhimento, para evitar que o tecido de algodão encolha nas lavagens posteriores.

3. TINGIMENTO

Até a metade do século XVIII todos os corantes eram obtidos de fontes naturais como: plantas, produto animal ou mineral. Corantes naturais não são capazes de produzir sozinhos, cores permanentes nos substratos têxteis. Desta forma, as fibras precisam ser preparadas por impregnação metálica como alumínio, ferro ou lata para o corante possa fixar no substrato têxtil. Essas substâncias ficaram conhecidas como mordentes (LADCHUMANANANDASIVAM, 2008). No final do século XIX, devido à revolução industrial na Europa, expandindo a fabricação do tecido. Com a alta demanda fez com que os químicos buscassem novas formas de colorir, foi 1859 quando o jovem químico William H. Perkin inventou o primeiro corante sintético, que ficou conhecido como Anilina. Por causa da variedade de fibras e outros materiais que necessitam de tingimento, diferentes corantes foram fabricados para aprimorar a durabilidade e o desempenho da cor em diferentes fibras (SORGER; UDALE, 2009). O processo de tingimento é um fator fundamental para o sucesso comercial dos produtos têxtil, um determinado efeito de tingimento pode realçar uma roupa. O corante é uma substância colorida podendo ser um corante sintético ou natural, que funciona como uma tinta, ela é absorvida pelas fibras de um tecido em qualquer estágio da produção de uma roupa (UDALE, 2009).

Para Pereira (2009) há três formas dos materiais serem tingidos em forma de fibras soltas antes da conversão em fios, em forma de tingimento de fios e em tecido. De acordo com Ladchumanamandasivam (2009) o processo de tingimento pode ser caracterizado por dois aspectos importantes, aspecto cinético: refere-se à importância da velocidade da absorção dos corantes são absorvidos pelas fibras; aspecto termodinâmico: examina a distribuição do corante entre as fibras e o banho. O aspecto cinético se caracteriza pela fase de velocidade do tempo em que acontece a absorção do corante na fibra, essa fase deverá ter um tempo pré-estabelecido de forma que a montagem ocorra lineamente, a fixação dependerá do tempo e da temperatura. A fixação dependerá do aspecto termodinâmico, onde a fixação do corante ocorre a uma temperatura ideal, que dependerá da classe do corante e da fibra. Se o tempo de montagem for insuficiente para a fixação completa do corante na fibra, ocorrerá um baixo rendimento e problemas de solidez (JULIANO; PACHECO, 2008).

3.1 Processos de tingimento

O tingimento pode ocorrer em processos de esgotamento, contínuos, semi-contínuos e descontínuos segundo Pereira (2009).

3.2 Tingimento por processo de esgotamento

O processo de tingimento por esgotamento é realizado em máquinas fechadas sob pressão, onde acontece o tingimento em tecidos e fios. Para a realização desse processo se faz necessário a formação de lotes, que permitirá a esses grupos o mesmo processo de tingimento e a mesma cor. Esse processo se caracteriza com as vantagens: boa equalização; a possibilidade de tingimento dos mais variados tipos de materiais e a utilização de equipamentos convencionais, pouco especializados. Como desvantagens: o elevado consumo de água, produtos químicos, energia e ciclos demorados (SALEM, 2010; PEREIRA, 2009).

Alguns equipamentos mais utilizados no processo de esgotamento são citados por Pereira (2009):

- Jigger: tingimento de tecidos planos em geral, com a circulação apenas dos tecidos;
- Turbostato: a máquina pode ser vertical para mechas e fios em bobinas, horizontal é apropriado para tecidos planos e de malhas. Geralmente são equipamentos fechados sob pressão e alta temperatura, onde somente o banho circula e o substrato têxtil fica estacionado;
- Barca: trabalha com malha ou tecidos planos leves, a máquina pode ser aberta ou fechada, com a circulação somente do substrato têxtil;
- Jet, Overflow: tingimento em malhas ou tecidos planos leves, com ou sem pressão na máquina, com a circulação do banho e do substrato têxtil.

3.3 Tingimento por processo contínuo

São processos de tingimentos contínuos, aplicados sob uma sequência e de modo contínuo ao fluxo de produtos, através de pequenos banhos renováveis, a fixação do corante é acelerada com a adição de vapor ou temperatura, nesse processo o tecido pronto para tingir entra na máquina e sai tingido e lavado. Esse procedi-

mento é indicado para grandes produções, com as vantagens: a alta produção e a boa reprodutividade. Como desvantagem: um alto investimento (PEREIRA, 2009).

Alguns equipamentos mais utilizados no processo contínuo citado por Pereira (2009) são:

- TERMOSOL (PAD-DRY): consiste em impregnação seguida por termofixação;
- PAD-STEAM; consiste em impregnação seguida de vaporização, com lavagem e secagem, sendo utilizados tecidos planos e malha.

3.4 Tingimento por processo semi-contínuos

O processo semi-contínuos é uma produção intermediária entre os processos contínuos e descontínuos, caracteriza pela média e alta produção, a fixação dos produtos são impregnados mediante o descanso do tecido na forma enrolada, durante um tempo variável em temperatura ambiente. Com vantagens: possui baixo custo de implementação; pequeno consumo de água e energia; boa reprodutividade da cor e de curta duração do processamento (PEREIRA, 2009).

Alguns equipamentos mais utilizados no processo semi-contínuos citados por Pereira (2009) são:

- PAD-JIGGER: impregnação seguida pelo uso da máquina JET, utilizados para tecidos sintéticos.
- PAD-BATCH: impregnação em seguida repouso na temperatura ambiente e secagem, considerados um dos métodos mais baratos para tingir.

3.5 Tingimento por processo descontínuo

Processo para pequenos lotes de produção. Em uma única máquina pode ser realizado todos os processos de preparação, depois tingimento e lavagem. As máquinas mais utilizadas: Barca, Jet, Flow ou Jigger (PEREIRA, 2009).

4. CORANTES

Os corantes são matérias-primas coloridas de alta concentração, geralmente solúveis a água, os corantes podem ser classificados de acordo com a sua composição química e método de aplicação (PEREIRA, 2009). O corante é absorvido se difunde para o interior da fibra, há interação realizada no tingimento é físico-químico entre o corante e a fibra (SENAI, 2005). Atualmente os corantes mais usados são os sintéticos, que são compostos orgânicos complexos que aplicados às fibras têxteis, tem a função de criar uma cor, devido a sua composição dos grupos químicos insaturados, denominados CROMÓFOROS. As substâncias que possuem “cromóforos” são responsáveis por produzirem as diversas tonalidades de cor no material (JULIANO; PACHECO, 2008).

4.1 Classificação dos corantes

Os corantes podem ser classificados de acordo com sua estrutura química e métodos de aplicação.

Corantes Naturais - uso dos corantes naturais é uma prática muito antiga, por muitos séculos foi à única opção para o tingimento dos tecidos, os corantes eram obtidos a partir de fontes animais e vegetais (ROSSI, 2009).O corante natural não possui resistência a luz e durabilidade. São extraídos de fontes renováveis, mas muitos corantes exigem uma enorme quantidade de produto para produzir pequenas quantidades de corantes e necessitam de mordentes para absorção da cor os quais são poluentes e perigosos para o meio ambiente. Existem dois tipos de corantes naturais, os adjetivos e os substantivos. Os adjetivos é um tipo de corante ácido que precisam de mordentes para ajudar o tecido a absorvê-los, os corantes substantivos conhecidos também como corantes diretos não precisam de mordentes durante o processo de tingimento (UDALE, 2009).

Corantes Ácidos: correspondem a um grande grupo de corantes aniônicos e partes sulfônicos. Bastantes solúveis em água, sua aplicação se dá através das fibras nitrogenadas como a lã, seda, couro e algumas fibras acrílicas. Não possuem afinidade com fibras celulósicas, possui uma ampla variedade de coloração, também

possuem as mais diversas propriedades em relação ao tipo de tingimento e solidez (GUARANTINI; ZANONI, 2000; PEREIRA, 2008).

Corantes Azóicos: são constituídos por compostos quimicamente reativo, insolúveis em água. Nesse processo a fibra é impregnada com um composto solúvel em água conhecido como agente de acoplamento (naftol com uma base ou sal diazo sólido) forma-se um corante com afinidade com a fibra celulósica (GUARANTINI; ZANONI, 2000; SENAI, 2005).

Corantes Básicos: produzem soluções catiônicas, solúveis em água. Sua aplicação são para a lã, seda, fibras acrílicas e acetato de celulose. Apresentam cores bastante vivas e algumas são fluorescentes. Devido a sua pouca solidez seu uso têxtil é reduzido (LADCHUMANANANDASIVAM, 2008; PEREIRA, 2008).

Corantes Reativos: são corantes aniônicos, solúveis em água, com grupos reativos capazes de formar ligações covalentes. Os dois principais grupos reativos são o triazinilo e vinil sulfônico, possui alta solidez à luz e a lavagem, não necessita de fixador, o processo de tingimento pode ser realizado tanto por esgotamento quanto por máquinas de tingimentos contínuos (PEREIRA, 2008; SENAI, 2005).

Corantes à Tina: são classificados em dois grupos: os indigóides e os antraquinônicos. A principal característica deste corante é a existência do grupo químico cetônico que deixa insolúvel em água, a fibra celulósica tem grande afinidade, o corante possui alta solidez, mas é muito caro (LADCHUMANANANDASIVAM, 2008; PEREIRA, 2008; SENAI, 2005).

Corantes Dispersos: foi criado para as fibras hidrófobas, tais como acetato de celulose e as fibras sintéticas, insolúveis em água, formando uma dispersão aquosa. Os corantes dispersos são suspensões de compostos orgânicos bem divididos com pouca salubidade, possui solidez satisfatória (LADCHUMANANANDASIVAM, 2008; SENAI, 2005).

Corantes de Enxofre: são compostos orgânicos quem contêm enxofre, são usados para tingir matizes de baixo custo com alta solidez à umidade nas fibras celulósicas onde possui grande afinidade. Suas cores não têm brilho (LADCHUMANANANDASIVAM, 2008; PEREIRA, 2008).

Corantes Mordentes: são considerados uma subclasse dos corantes ácidos. Combinam-se simultaneamente com a fibra do substrato e com uma substância mordente (geralmente por um complexo metálico de alumínio, cromo, estanho ou ferro) assim obtendo uma ligação bastante forte. Seu composto inclui muito corantes

sintéticos e naturais, possui grande afinidade com o substrato têxtil natural, mais geralmente suas aplicações são feitas em fibras celulósicas e protéicas que são preparadas com óxido metálico (LADCHUMANANANDASIVAM, 2008; PEREIRA, 2008).

Corantes Diretos: são corantes substantivos, solúveis em água, foram originalmente concebidas para tingir algodão, onde possui grande afinidade, possui boa solidez a luz. Os corantes diretos te fácil aplicação em fibras celulósicas, por possuírem corantes aniônicos se faz necessário a adição de eletrólito, cloreto ou sulfato de sódio, durante o tingimento. Fixam na fibra somente através de Ligações de Hidrogênio e Forças de Van Der Wall (LADCHUMANANANDASIVAM, 2008; PEREIRA, 2008; SALEM, 2010).

4.2 Insumos utilizados que influenciam o processo de tingimento

Eletrólito - pode ser sulfato de sódio ou coreto de sódio reduz ou extingue a carga elétrica negativa da fibra, assim facilitando a aproximação do íon corante para dentro da fibra no qual as ligações de hidrogênio ou as forças de Van Der Wall podem tornar-se eficazes (LADCHUMANANANDASIVAM, 2008; SENAI, 2005).

Temperatura - o aumento da temperatura diminui a quantidade do corante absorvido pelo substrato têxtil, no equilíbrio, ou seja, o aumento da energia cinética das moléculas aumenta a velocidade que o equilíbrio é alcançado na temperatura (LADCHUMANANANDASIVAM, 2008).

pH - corantes diretos aplicados em uma solução neutra não há vantagens na adição de ácido e possui uma disponibilidade para sua alteração da matriz (LADCHUMANANANDASIVAM, 2008; SALEM, 2010).

Solidez- os corantes diretos não possuem solidez à lavagem e nem outros processos de preparação dos tecidos. A solidez à lavagem de alguns corantes diretos poder ser avaliados na categoria de moderada, alguns conseguem ter uma boa solidez (LADCHUMANANANDASIVAM, 2008).

Relação de banho- quanto maior a relação de banho (R.B) menor será o rendimento do corante. Então quer dizer que elevará os custos, maior ficará o consumo de insumos, solventes e energia (SENAI, 2005).

4.3 Fixação do corante

O corante é absorvido e fixa-se nas fibras por meio de ligações iônicas, pontes de hidrogênio, forças de Van Der Wall e ligações covalentes, dependendo do material polimérico que a constitui e do tipo de corante empregado.

- Ligação iônica: atração entre duas cargas nos átomos, positiva e a negativa, um no corante e outro na fibra. Resulta na transferência de elétrons, onde cargas elétricas diferentes tendem a se atrair e conseqüentemente se neutralizar (LADCHUMANANANDASIVAM, 2008; SALEM, 2010; SENAI, 2005).
- Pontes de hidrogênio: habilidade de atração entre moléculas, obtidas a partir da interação entre hidrogênio e um átomo negativo (Nitrogênio) (SENAI, 2005).
- Forças de Van Der Wall: atração entre as moléculas de compostos não polares. Quando as moléculas se aproximam suficientemente elas se atraem. A força de atração tende a ser igual à área de contato. A afinidade da maioria dos corantes acontece devido às forças de Van Der Wall (LADCHUMANANANDASIVAM, 2008).
- Ligações covalentes: átomos se unem para formar um composto químico formando forte a ligação, as ligações vão resultar da utilização em comum de elétrons (SALEM, 2010; SENAI, 2005).

4.4 Propriedades dos corantes

De acordo com Ladchumanamandasivam (2009) as principais propriedades que os corantes devem possuir:

- Cor intensa

A intensidade da cor está diretamente ligada à quantidade de corante ou pigmento usado, quanto mais forte a cor a ser gerada, mais material de corantes se

fará necessário. O mesmo acontece em sentido contrário, quando quiser atingir cores mais suaves, deve utilizar pequenas quantidades de corantes. A quantidade de cor varia em relação à classe do corante e do substrato têxtil usado. Por isso existe uma determinada classe de corante com mais afinidade com um substrato têxtil, que vai possuir mais poder colorístico. Pode-se avaliar a intensidade de cor através de Espectrofotômetro (SENAI, 2005).

- Solubilidade

Os corantes devem ser solúveis, molecularmente dispersíveis ou capazes de se tornarem solúveis no meio que são aplicados. O tingimento normal deve sempre acontecer em soluções aquosas, para que o corante possa conter substitutos que concedam solubilidade na água. A solubilidade é essencial para que o corante penetre na fibra. Ideia é que os corantes possuam moléculas pequenas e altamente solúveis para assegurar uniformidade na penetração na fibra (JULIANO; PACHECO, 2008; LADCHUMANANANDASIVAM, 2008).

- Substantividade e Reatividade

A presença de um ou mais grupos específicos numa molécula de corante determina sua substantividade com relação ao tipo de fibra (LADCHUMANANANDASIVAM, 2008). Segundo Juliano e Pacheco (2008) os principais exemplos destes grupos são:

- Grupos aniônicos: conferem substantividade e solubilidade para as fibras protéicas e poliamídicas.
- Grupos catiônicos: conferem a solubilidade e substantividade para as fibras protéicas, poliamídicas e acrílicas.
- Grupos polares (-OH, -NH, etc.): aumentam a solubilidade dos corantes não iônicos (dispersos) para com as fibras sintéticas, e também exercem considerável influência da cor.

Os corantes reativos em relação aos outros tipos de corantes são retidos na fibra diferente daquele que controla o tingimento da maior parte dos outros tipos de fibras. Eles formam uma ligação covalente com as moléculas da fibra, acontece devido à reação entre os grupos químicos específicos encontrados na molécula do corante e a parte da molécula da fibra (LADCHUMANANANDASIVAM, 2008).

- Solidez

Solidez é a habilidade de resistência do beneficiamento em relação aos agentes externos. Os testes de solidez dão a ideia aproximada da durabilidade dos beneficiamentos realizados no substrato têxtil. A solidez da cor é avaliada separadamente com respeito à mudança da cor da amostra nos testes em comparação com os materiais não tingidos. O teste de solidez pode ser avaliado em graus de solidez onde são indicados por números. O número 1 representa o grau mais baixo e o 5 representa o grau mais alto. A graduação intermediária é mostrada com 1-2, 2-3 e assim por diante. Na maioria dos testes a graduação é definida pela diferença na aparência da amostra, antes e depois do teste, e o grau da diferença é julgado a partir das referências do conjunto de escalas de cinza (são quadrados com variação de tons de cinza) (LADCHUMANANANDASIVAM, 2008; SENAI, 2005).

Segundo Veríssimo (2003) a solidez exigida varia de acordo com o uso a que o substrato têxtil se destinará. Os testes mais comuns são: lavagem, fricção (úmido e seco), luz, perspiração, água, gases, sublimação e água clorada.

4.5 Classificação da solidez

São julgados pela referência a um conjunto da escala de cinza do Quadro 1:

Quadro 1: Solidez a lavagem.

5-	Nenhuma alteração.
4-	Muita pouca perda em profundidade da matriz.
3-	Perda apreciável.
2-	Perda distinta.
1-	Perda grande ou muito alterada.

Fonte: Veríssimo, 2003.

Quadro 2: Solidez a fricção úmido/seco.

5-	Não têm mancha do branco (matiz vizinha).
4-	Muita pouca mancha.
3-	Mancha apreciável.
2-	Mancha profunda.

1-	Tingiu fortemente o branco (matiz vizinha).
----	---

Fonte: Veríssimo, 2003.

Quadro 3: Solidez à luz.

8-	Máximo
7-	Excelente
6-	Muito bom
5-	Bom
4-	Regular
3-	Moderado
2-	Ligeiro
1-	Pouco

Fonte: Veríssimo, 2003.

4.6 Corante direto

Segundo Ladchumananandasivam (2008) e Senai (2005) os corantes diretos estão agrupados em três classes aprovados pelo Society of Dyers and Colourists (SDC).

CLASSE A: Nivelamento próprio

São os corantes que migram bem e por isso possui alto poder de nivelamento; normalmente este corante é de menor peso molecular, exigindo grandes quantidade de eletrólitos para manter e fixar na fibra têxtil.

CLASSE B: Salinidade controlável

A exaustão desta classe de corante tem poder de nivelamento baixo, e de ser ocasionada pela adição controlada do sal. Se essa classe de corante não for absorvido uniformemente inicialmente será difícil de corrigir esse desnivelamento.

CLASSE C: Temperatura controlável

Os corantes desta classe não possuem autonivelamento, são muito sensíveis ao sal. A exaustão desta classe de corante não pode ser adequadamente controlada por adição só do sal, requer o controle da temperatura.

4.7 Processo de tingimento com o corante direto

O banho de tingimento com o corante direto ao migrar na fibra celulósica, gera uma pressão osmótica nas cedias desordenadas. Essa pressão cria canais na estrutura amorfa através dos quais o corante migrará na fibra. A salubidade do corante direto é devida a sua ionização. Devido à introdução do eletrólito no banho aumenta sua capacidade de afinidade (SALEM, 2010; SENAI, 2005).

Segundo Senai (2005) Para que o corante direto seja substantivo para com a fibra celulósica ele deve ter as propriedades apresentadas no Quadro 4 abaixo:

Quadro 4: Propriedades dos corantes diretos e substantividade com fibra celulósica.

Propriedade do corante	Estrutura química do corante
Linearidade	Apresentar uma estrutura linear para estabelecer as ligações de pontes de hidrogênio.
Coplanaridade	Localizar-se paralelamente a celulose, isso se dará através das Forças de Van Der Wall.
Pontes de Hidrogênio	Apresentar grupos químicos que possibilitem as ligações por pontes de hidrogênio. Esses grupos podem ser o amínicos, fenólicos, azóicos ou amídicos.
Sistemas conjugados de duplas ligações	Sistema que favorecem a linearidade e coplanaridade.
Grupos salubilizantes	São grupos sulfônicos que são oposições aos grupos que fazem as pontes de hidrogênio.

Fonte: SENAI, 2005.

5. FIBRAS

As fibras podem ser categorizadas como naturais e artificiais ou químicas. Cada tipo de fibra possui características e qualidades intrínsecas. As fibras naturais são extraídas de fontes orgânicas de origem vegetal/celulósica (algodão, linho, algodão, cânhamo, juta, sisal, ráfia) e origem animal/protéica (lã, seda, crina, cashmere, mohair, angorá) (PEZZOLO, 2009; UDALE, 2009).

As fibras químicas são produzidas de petróleo. São exemplos de fibras químicas, poliéster, poliamida, polipropileno. As fibras sintéticas não celulósicas, são feitas inteiramente de substâncias químicas. São exemplos de fibras artificiais, raion, tenal, acetato, tricetato e lycocell (PEZZOLO, 2009; SORGER; UDALE, 2009).

5.1 Algodão e suas afinidades corantes

O algodão ocupa destaque na produção mundial de fibras. Colhida manualmente ou utilizando processos mecânicos o algodão retirado das sementes segue para as etapas de beneficiamento limpeza, fiação e a tecelagem. A fibra é macia e felpuda e quando longa apresenta maior resistência a tração e uma maior a qualidade do tecido (UDALE, 2009).

5.2 Afinidade do tecido de algodão com corante reativo

Em 1954, Ratte e Stephen descobriram um corante que continha um grupo diclorotriazinil que reagia com a celulose, formando uma verdadeira ligação covalente com uma boa solidez. Em 1956, a Imperial Chemical Industry (ICI) apresentou ao mercado os primeiros corantes reativos para celulose. Cerca de 40% dos corantes consumidas no Brasil, são corantes reativos. Essa grande demanda pode ser justificada pela vivacidade, solidez e versatilidade de aplicação exigida pelo mercado. São corantes aniônicos, solúveis em água, com grupos reativos que formam ligações covalentes. Os dois principais grupos são triazinilo e o vinil sulfônico. Economicamente viável apresenta uma boa solidez à lavagem e a luz. O tingimento de fibras celulósicas com o corante reativo ocorre em três fases, na primeira o corante é absorvido na fibra sem fixação, podendo ser removido; na segunda ocorrerá à ligação

entre o grupo reativo e a fibra celulósica, ocorre à ligação covalente; na terceira o pH deve ser neutro (PICCOLI, 2008; SALEM, 2010; SENAI, 2005).

5.3 Afinidade do tecido de algodão com corante sulfuroso

São corantes insolúveis em água, o tingimento é obtido através de altas temperaturas entre o enxofre e/ou sulfureto de sódio com vários compostos orgânicos dos grupos nitro e amino. O corante sulfuroso tem grande vantagem por possui alta solidez, elevado poder de cobertura, igualização de cobertura, custos reduzidos. Sua desvantagem está na sua cor opaca, por possuir cheiro desagradável e ser um poluente ambiental (SENAI, 2005).

O tingimento na fibra celulósica acontece com o corante pré-reduzido: o processo de tingimento acontece em meio alcalino e redutivo. A substantividade do corante não é alta e se faz necessário o uso de um eletrólito. O processo físico-químico, nesta etapa, é igual ao corante direto. A oxidação acontece na segunda etapa de aplicação do corante sulfuroso, o corante já no interior da fibra é oxidado e volta a sua estrutura inicial, por ser insolúveis em água, o corante possui boa solidez aos tratamentos úmidos (PICCOLI, 2008; SALEM, 2010).

5.4 Afinidade do tecido de algodão com corante pigmento

Pigmento não tem nenhuma afinidade com os substratos têxteis, eles não conseguem formar nenhuma ligação química e física, necessitam de resinas de fixação que vão ser responsáveis pela formação de filme, que vai concretizar na interação por ação do ar sedo aquecido, denominado termofixação ou polimerização. Os pigmentos são insolúveis em água, mas quando dispersão pigmentaria são preparadas podem ser aplicadas sobre diversos tipos de substrato têxtil. O processo de tingimento do pigmento no algodão acontece por esgotamento. Tendo em vista que os pigmentos não têm afinidade natural com o algodão, porém através da cationização do algodão, consegue o esgotamento dos pigmentos da mesma forma que os corantes diretos (SENAI, 2005).

5.5 Afinidade do tecido de algodão com o corante direto

O corante direto é um dos corantes mais usados para o tingimento de fibras celulósicas. São considerados uma classe de corantes de simples aplicação. Solúveis em água podem ser aplicados nas fibras celulósicas naturais e raion viscose através do aquecimento simples do substrato têxtil numa solução de corante, preferivelmente adicionando a solução de sal de cozinha ou sal de Glauber. Os processos de tingimento são determinados não só pela migração da substantividade na fibra, mas, pela relação de banho e material, quantidade de sal usado e sua temperatura. Os corantes diretos são corantes aniônicos de fácil aplicação montado diretamente no substrato em banho aquoso contendo eletrólito. Podemos entender que a adição do sal melhora sua exaustão, também aumenta a concentração do corante na solução de tingimento; isto significa uma absorção do corante pela fibra. O aumento da temperatura aumenta a velocidade em que corante é absorvido e migra para a fibra. A solidez à luz do corante direto é baixa. Utilizando tratamentos químicos posteriores conseguem tingimentos bem sólidos à luz. A solidez aos tratamentos úmidos varia muito, mas são de baixa solidez, melhoradas com tratamentos posteriores (LAD-CHUMANANANDASIVAM, 2008; SENAI, 2005).

6. PRÍNCÍPIOS DA ANÁLISE DE QUALIDADE

A indústria têxtil necessita suprir cada vez mais rápido as exigências do mercado em qualidade do seu produto final. Por conta disso, existe mecanismo auxiliares que atuam em diversos processos e de forma variada em análises, em prol do desenvolvimento da indústria. Nessas análises, regidas por normas reconhecidas pelos órgãos de qualidade, os materiais têxteis são analisados através de condições simuladas, de modo que, a indústria analise os resultados finais e possa melhorar a qualidade dos produtos ou alertar o cliente sobre possíveis alterações. De acordo com os princípios de todos os ensaios consistem em simular a ação de determinado agente, expresso nas normas ABNT NBR ISO referentes ao mesmo agente desgastante e assim avaliar as possíveis alterações ao final do teste (VALENTE; OLIVEIRA, 2011).

6.1 Análise de ensaios de solidez

Um dos principais requisitos de qualidade no tingimento de têxteis com corantes sintéticos é a solidez da cor. Esse termo é utilizado na indústria têxtil para designar o quanto um tingimento realizado no substrato têxtil é sensível ou durável quando expostos a agentes desgastantes. Os tecidos tingidos ficam expostos a uma variedade de agentes desgastantes, como lavagem doméstica limpeza a seco, secagem, passagem a ferro e a vapor, exposição ao sol, suor, água do mar, água clorada etc. No Brasil, a avaliação da alteração de cor e transferência de cor na lavagem doméstica é feita de acordo com ABNT NBR ISO 105 especifica métodos destinados à determinação da resistência da cor de têxteis de todos os tipos e em todas as formas aos procedimentos de lavagens domésticas ou comerciais (SILVA *et al.*, 2016).

Referenciais normativas:

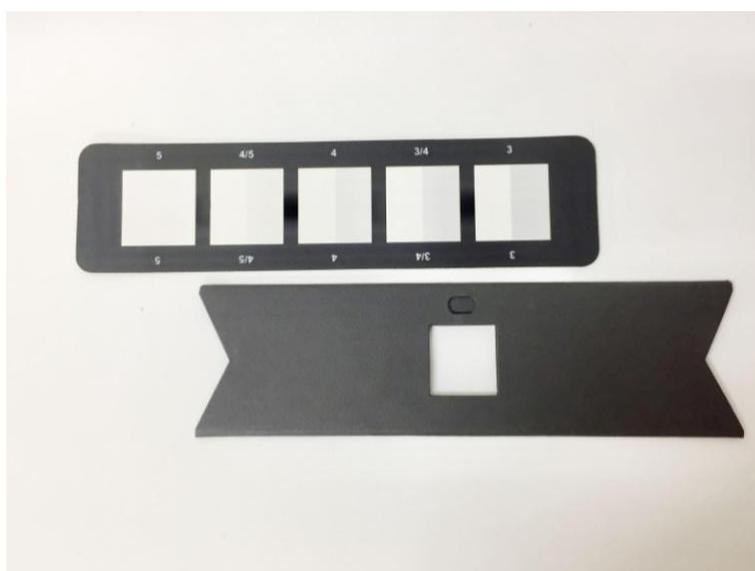
ABNT NBR ISO 105-A01 - Têxteis – Ensaio de solidez da cor – Parte A01: Princípios gerais de ensaio;

ABNT NBR ISO 105-A02 - Têxteis – Ensaio de solidez da cor – Parte A02: Escala cinza para avaliação da alteração da cor;

ABNT NBR ISO 105-A03 - Têxteis – Ensaio de solidez da cor – Parte A03: Escala cinza para avaliação da transferência da cor.

A solidez a lavagem é comprovada visualmente com a escala cromática AATCC, mais conhecida por escala cinza (Figura1). A escala é utilizada e aceita internacionalmente, permitindo representar por índices numéricos o grau de transferência do corante para o tecido testemunha. As escalas são formadas por conjunto de pares de blocos de cor controlada, onde a variação de cor obtida nos testes de solidez pode ser comparada com a escala de cinza - Norma ISO 105 A03 para avaliação de transferência de cor (LIMÃO, 2017).

Figura 1: Escala cromática AATCC.



Fonte: Autoria própria

6.2 Análise de ensaios de pilling

A importância de avaliar o índice da qualidade do produto têxtil é através dos ensaios que testa a resistência às propriedades de abrasão e formação de pilling no tecido. Ensaio que simula atritos que formam o enrolamento das fibras que são chamados de pillings. O ensaio verificar o efeito de fricção entre dois pedaços de uma mesma amostra de tecido sob certa pressão, analisando a formação de pilling. Existem vários métodos e equipamentos para a realização de teste o mais tradicional é o abrasímetro Martindale atende à norma ASTM D 4966-98 para testes de abrasão e às normas ASTM D 4970-05 e NBR 14672 (ABNT) para testes de pilling. Para atender à norma a tabela ISO 12945-2 de testes pilling e abrasão definiram os números de ciclos e *rubs* (esfrega)necessários para cada tecido e teste solicitado.

Ensaio de pilling simula o atrito do tecido contra o tecido seguindo a norma, programa-se a quantidade de ciclos de fricção de acordo com teste / norma solicitado (LIMÃO, 2017).

6.3 Análise de ensaios de abrasão

Ensaio de resistência a abrasão representa o quanto o tecido pode resistir ao desgaste do atrito no decorrer do seu uso indicando e sua durabilidade. Pode ser realizado sobre o atrito contra uma lixa ou pode ser testado pelo número de ciclos de atrito sobre uma pressão constante a que o tecido resiste até ser romper (LIMÃO, 2017).

A avaliação deste teste observado na NORMA ASTM D 4966 – 12, 2016 pode ser considerada insuficiente por conta que em geral os técnicos muitas vezes não conseguem obter resultados significativos, embora este método não seja recomendado para testes de aceitação, é útil porque ele é usado amplamente, o teste busca avaliar a quebra de fios, mudança na aparência da superfície do tecido e a perda de massa (MÉTODO, 2019).

7. METODOLOGIA

A pesquisa apresenta a abordagem de caráter qualitativo, quando busca analisar os dados através da utilização de métodos e técnicas para a compreensão detalhada do objeto de estudo (OLIVEIRA, 2011).

Sob o ponto de vista do objeto da pesquisa é classificada como descritiva, quando há apenas o registro dos fatos observados como o objetivo é apresentar características de situações específicas ou estabelecer relação entre as alterações e variáveis (PRODANOV; FREITAS, 2013).

Os procedimentos técnicos e metodológicos são classificados como pesquisa bibliográfica e pesquisa experimental. Pesquisa bibliográfica envolve o estudo de livros e análise de materiais já publicados como: dissertações, teses, artigos científicos, revistas, apostilas etc. cujo embasamento teórico sérvio de orientação para os ensaios (OLIVEIRA, 2011). Pesquisa é considerada experimental, pois, todos os estudos necessitaram de experimentos que foram realizados no laboratório e os dados foram analisados e interpretados. Definição confirmada por Gil (2010) que apresenta a pesquisa experimental como o estudo que submete o objeto de estudo à influência de certas variáveis, em condições previamente determinadas para os testes como o objetivo de analisar os resultados que as condições determinadas produzem no objeto.

8. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo serão apresentados os materiais e métodos utilizados para o desenvolvimento para a elaboração dos experimentos.

Materiais

Tecido - foram adquiridos tecidos em empresas que representam indústrias têxteis localizadas na cidade de Caruaru/PE, com a finalidade de realizar as pesquisas.

- Tecido plano, denominado Sarja pronta para tingir (PT), 100% algodão, fabricado por Paratex Têxtil Ltda, Brasil.

Foram cortadas 90 amostras de tamanho 15x15 cm, no tecido plano. Em seguida foram devidos em 3 grupos com 30 amostras cada, para a realização dos experimentos utilizados em três cores do corante direto e os ensaios foram realizados em duplicatas.

Equipamentos

Todas as máquinas utilizadas para os ensaios dos tingimentos e análise da qualidade dos têxteis foram da empresa Mathis Ltda, Brasil (Figura 2).

Figura 2: Equipamento da Mathis Ltda – Brasil, Máquina de tingir e lavar - modelo MTP (A); Vaporizador e Rama secadora (B); WashTester -WT (C); Martindale - modelo MAD-B (D).



Fonte: Autoria própria.

Produtos químicos

Todos os produtos químicos foram doados pela empresa CORATEX Ltda. Brasil. Para a realização dos procedimentos, foi seguindo pelo formulário da empresa doadora.

- A relação de banho (R.B) utilizada foi 1:10 de tecido, 500g para 5L de água.

Purga

- NaOH - Hidróxido de sódio 1% (Soda cáustica).
- Caracol PR - derivado de Polímero de Poliacrilamida, 1% em relação ao peso das amostras, equivalente a 5g.
- Corapan LV - derivado de ácido fólico, 1,5%.

Tingimento

- Corantes: CORASOL AMARELO R, 1%.
CORASOL AZUL 2GLN 370%, 1%.
CORASOL VERMELHO BAZ 150%, 1%.
- Cloreto de sódio + ferrocianeto (sal), 30%, correspondendo a 150g.

Amaciamento

- Sequestrante 2% em relação ao peso da amostra, equivalente a 5g.
- Amaciante 3% em relação ao peso da amostra, equivalente a 5g.

Solidez

- Sabão neutro 1% em relação ao peso da amostra, equivalente a 5g.

Procedimento da Purga

O procedimento da purga foi realizado segundo instruções do fabricante CORATEX Ltda. É um processo de limpeza, desengomagem e branqueamento feito no tecido. As amostras foram previamente umedecidas e colocadas na máquina de tingimentos e lavagem modelo MTP-B, onde permaneceram por 3 minutos em água, após esse tempo adicionamos NaOH - hidróxido de sódio (soda cáustica) a 1%, Caracol PR 1% e Corapan LV 1,5%, a máquina foi programada para chegar até 80 °C

durante 15 minutos em constante agitação, no final foram realizados 2 enxágues durante 3 minutos com água em temperatura ambiente.

Procedimento de tingimento

Todos os procedimentos de tingimento foram realizados segundo instruções do fabricante CORATEX Ltda.

Tingimento Amarelo (PANTONE – 15 -1062 TPX)

O tingimento das amostras forma realizadas na máquina de tingimentos e lavagem modelo MTP-B. Em uma solução de banho de R.B 1:10 preparadas a 1% com o corante direto CORASOL AMARELO R. Após os 10 primeiros minutos das amostras na máquina despejamos o corante CORASOL AMARELO R 1% previamente dissolvido em um recipiente com água quente. Foi despejado metade do corante na máquina quando ela estiver girando no sentido anti-horário, e quando ela voltar a girar no sentido anti-horário despeja-se a outra parte do corante restante. Para o corante direto foram utilizados 30% sal (cloreto de sódio + ferrocianeto). Quando o processo de tingimento atingir 80 °C adiciona cloreto de sódio + ferrocianeto (sal), durante 30 minutos. Após o resfriamento as amostras passam por 2 enxágues com água de duração de 3 minutos. As amostras foram submetidas à fixação e amaciante de R.B = 1/10 onde a receberam 2% de fixador e elevou a temperatura a 45 °C mantendo por 5 minutos em seguida foram adicionados 3% de amaciante por mais 10 minutos. Algumas amostras foram secas em temperatura ambiente e outras por termofixação no Vaporizador e Rama secadora.

Tingimento do vermelho (PANTONE – 17-1608 TPX)

O tingimento das amostras forma realizadas na máquina de tingimentos e lavagem modelo MTP-B. Seguindo as instruções do fabricante CORATEX. As amostras já passaram pelo processo de purga. Em uma solução de banho de R.B 1:10 preparadas a 1% com o corante direto tricromia dos corantes CORASOL AMARELO R 0.032%, CORASOL AZUL 2 GLN 370% 0.033%, CORASOL VERMELHO BAZ 150% 0.181%. Após os 10 primeiros minutos das amostras na máquina despejamos o corante tricromia dos corantes CORASOL AMARELO R 0.032%, CORASOL AZUL 2 GLN 370% 0.033%, CORASOL VERMELHO BAZ 150% 0.181% previamente dissolvido em um recipiente com água quente. Foi despejado metade do corante na

máquina quando ela estiver girando no sentido anti-horário, e quando ela voltar a girar no sentido anti-horário despeja-se a outra parte do corante restante. Para o corante direto foram utilizados 30% sal (cloreto de sódio + ferrocianeto). Quando o processo de tingimento atingir 80 °C adiciona cloreto de sódio + ferrocianeto (sal), durante 30 minutos. Após o resfriamento as amostras passam por 2 enxágües com água de duração de 3 minutos. As amostras foram submetidas à fixação e amaciante de R.B = 1/10 onde a receberam 2% de fixador e elevou a temperatura a 45 °C mantendo por 5 minutos em seguida foram adicionados 3% de amaciante por mais 10 minutos. Todas as amostras foram secas em temperatura ambiente.

Tingimento do azul (PANTONE – 19-3939 TPX)

O tingimento das amostras forma realizadas na máquina de tingimentos e lavagem modelo MTP-B. Seguindo as instruções do fabricante CORATEX. As amostras já passaram pelo processo de purga. Em uma solução de banho de R.B 1:10 preparadas a 1% com o corante direto tricromia dos corantes CORASOL AZUL 2 GLN 370% 1.110%, CORASOL VERMELHO BAZ 150% 0.343%. Após os 10 primeiros minutos das amostras na máquina despejamos o corante tricromia dos corantes CORASOL AZUL 2 GLN 370% 1.110%, CORASOL VERMELHO BAZ 150% 0.343% previamente dissolvido em um recipiente com água quente. Foi despejado metade do corante na máquina quando ela estiver girando no sentido anti-horário, e quando ela voltar a girar no sentido anti-horário despeja-se a outra parte do corante restante. Para o corante direto foram utilizados 30% sal (cloreto de sódio + ferrocianeto). Quando o processo de tingimento atingir 80 °C adiciona cloreto de sódio + ferrocianeto (sal), durante 30 minutos. Após o resfriamento as amostras passam por 2 enxágües com água de duração de 3 minutos. As amostras foram submetidas à fixação e amaciante de R.B = 1/10 onde a receberam 2% de fixador e elevou a temperatura a 45 °C mantendo por 5 minutos em seguida foram adicionados 3% de amaciante por mais 10 minutos. Algumas amostras foram secas em temperatura ambiente e outras por termofixação no Vaporizador e Rama secadora.

Ensaio de solidez a lavagem

Seguindo as normas técnicas, NBR ISO 105-A01, 2006 adaptada. Em duplicatas de cada cor das amostras tingidas foram costuradas a um tecido testemunha

todas nas medidas (10 x 10cm). As amostras foram submersas em uma solução de R.B 1:10 de água, e sabão neutro 5g/L, transferidas para as canecas de aço inox todo o volume da solução calculado e fechá-las hermeticamente. Colocadas no aparelho Wash Tester-WT– Mathis Ltda, programada a manter sob agitação por 30 minutos a 30°C. Retiradas da máquina foram enxaguadas em água corrente até remover todo o sabão e postas para serem secas à temperatura ambiente. A avaliação é comparar o substrato tinto testado juntamente como o não tinto e, através da escala cinza, atribuir nota pela transferência de cor conforme a instrução de avaliação dos ensaios.

Ensaio de pilling

Seguindo as normas técnicas, ASTM D 4970/ ABNT NBR 14672 e ISO 12945-2, método de teste de resistência e pilling adaptada. Foram cortadas em duplicatas de amostras de cada cor, de diâmetro 41mm para colocar no porta-amostra superior como tecido testemunha e a outras seis amostras de diâmetro 140mm tingidas. Colocadas na base/mesa inferior do aparelho abrasímetro Martindale MAD-B- Mathis Ltda. Para verificar o efeito de pilling se faz o teste de fricção entre dois pedaços de uma mesma amostra de tecido sobre pressão de 9 kPA. Para definir o número de movimentos necessários para a realização do ensaio, o aparelho abrasímetro Martindale foi programado pela norma da tabela da ISO 12945-2 (MATHIS LTDA, 2011), usamos a categoria 2 específica para o tecido plano, essa tabela seguimos o número total de 5.000 ciclos com intervalos a cada 1.000 ciclos para a avaliação de transferência de cor e perda de fibras.

Ensaio de abrasão

Seguindo as normas técnicas, ASTM D 4966/ ABNT NBR 14581 (ISO 12947) e ISO12945-2. Foram cortadas seis pares de amostras, sendo uma de diâmetro 41mm para colocar no porta-amostra superior como tecido testemunha e a outra amostra de diâmetro 140mm colocadas na base/mesa inferior as amostras tingidas. Usando o aparelho abrasímetro Martindale MAD-B- Mathis Ltda. As amostras receberam uma pressão de 12 kPA de acordo com a solicitação do teste / ou norma em questão. O Aparelho Martindale foi programado pela norma da tabela da ISO 12945-2, categoria 2, até 5.000 ciclos com intervalos a cada 1.000 registrando o número de

ciclos até saber quantos ciclos são necessários para desgastar a amostra em questão e avaliar a perda de peso e a transferência de cor avaliada a olho nu.

9. RESULTADOS

Ensaio de solidez a lavagem

Segundo Silva e outros (2016) um dos principais requisitos de qualidade no tingimento de têxteis é a solidez a lavagem, baseado nisso buscamos realizar ensaios sobre a solidez do tingimento do corante direto. Para Ladchumananandasivam (2008) a solidez da cor pode ser avaliada analisando a transferência da cor da amostra tingida com relação à coloração dos materiais não tingidos.

No termino do ensaio foi possível observar a olho nu que o tecido tinto com corante direto tanto seco em temperatura ambiente (Figura 3), quanto à amostra seca por termofixação na rama (Figura 4) não tiveram uma boa solidez a lavagem utilizando detergente (normatizado, comercial e não iônico), como confirmado pelo Senai (2005) que relata, a solidez aos tratamentos úmidos do corante direto varia muito, porém em sua maioria são de baixa qualidade, mas que essa solidez pode ser melhorada com tratamentos posteriores.

Figura 3: Ensaio de solidez a lavagem seco em temp. ambiente.



Fonte: Autoria própria.

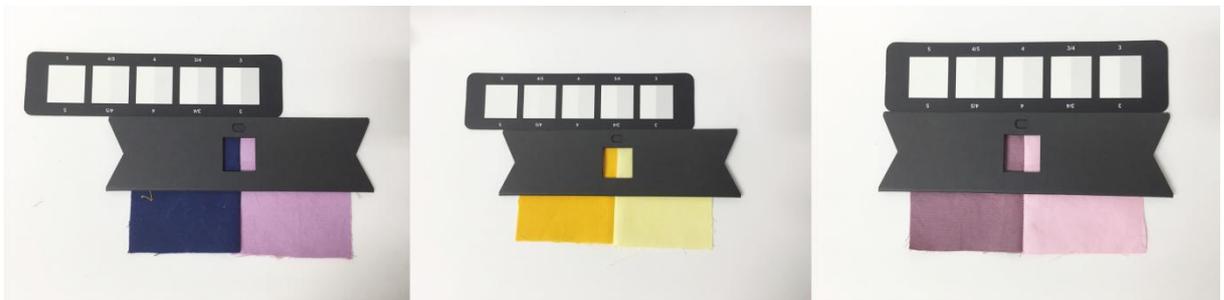
Figura 4: Ensaio de solidez a lavagem seco na rama.



Fonte: Autoria própria.

Utilizando a norma ABNT NBR ISO 105-A03, 2006 - Têxteis – Ensaio de solidez da cor – Parte A03: Escala cinza para avaliação da transferência da cor. Com escala cromática AATCC podemos representar por índices numéricos o grau de transferência do corante para o tecido testemunha. Podemos avaliar que os índices de transferência se mantiveram entre 3, 3/4 e 4 e que houve uma pequena diferença entre as amostras secas em temperatura ambiente (Figura 5) e secas por termofixação na Rama (Figura 6).

Figura 5: Escala cinza para avaliação da transferência de cor (seco em temp. ambiente).



Fonte: Autoria própria.

Figura 6: Escala cinza para avaliação da transferência de cor (Rama).



Fonte: Autoria própria.

Ensaio de pilling

Alguns tecidos planos independente da frequência de uso tendem a formar pilling. Esse tipo de defeito é o incidente de atritos e varia de acordo com a intensidade da ação mecânica sobre a fibra, e sobre qual o tipo de fibra (LIMÃO, 2017).

Ao final do primeiro teste (1.000 rubs), foi feita a avaliação a olho nu, foi observado que houve migração de cor e perda de massa por conta do rompimento de fibras. Após a avaliação, as amostras voltaram para o abrasímetro para continuação dos testes, a programação foi continua seguindo a norma da tabela da ISO 12945-2, de até 5.000 rubs onde obtivemos um resultado satisfatório.

No término do ensaio é possível observar que não foi identificado no corpo de prova à formação de pilling em amostras seca em temperatura ambiente (Figura 7) e seca por termofixação na rama (Figura 8), a avaliação a olho nu percebeu a transferência de cor do tecido tinto para o tecido testemunha e a perda de massa por grande rompimento de fibras. As amostras apresentaram resultados satisfatórios, pois não houve formação de pilling.

Figura 7: Ensaio de pilling 5.000 rubs (seco em temp. ambiente).



Fonte: Autoria própria.

Figura 8: Ensaio de pilling 5.000 rubs (Rama).



Fonte: Autoria própria.

Ensaio de abrasão

Este método de ensaio abrange a determinação da abradesistência dos tecidos têxteis usando o testador de abrasão Martindale.

Os resultados foram apresentados após a avaliação realizada do ensaio de abrasão de acordo com a normatécnica. Foram realizadas comparações ao final do teste entre as amostras secas em temperatura ambiente (Figura 9) e secas por termofixação na rama (Figura 10).

Ao final do primeiro teste (500 rubs), foi feita a avaliação que foi observado rompimento de fibras e migração de cor perceptível a olho nu. Após a primeira avaliação, as amostras voltaram para o abrasímetro para a continuação dos testes, a programação foi realizada com intervalos de 1.000 rubs até o final do teste, seguindo a norma da tabela da ISO 12945-2, de até 5.000 rubs onde obtivemos um resultado conclusivo e satisfatório.

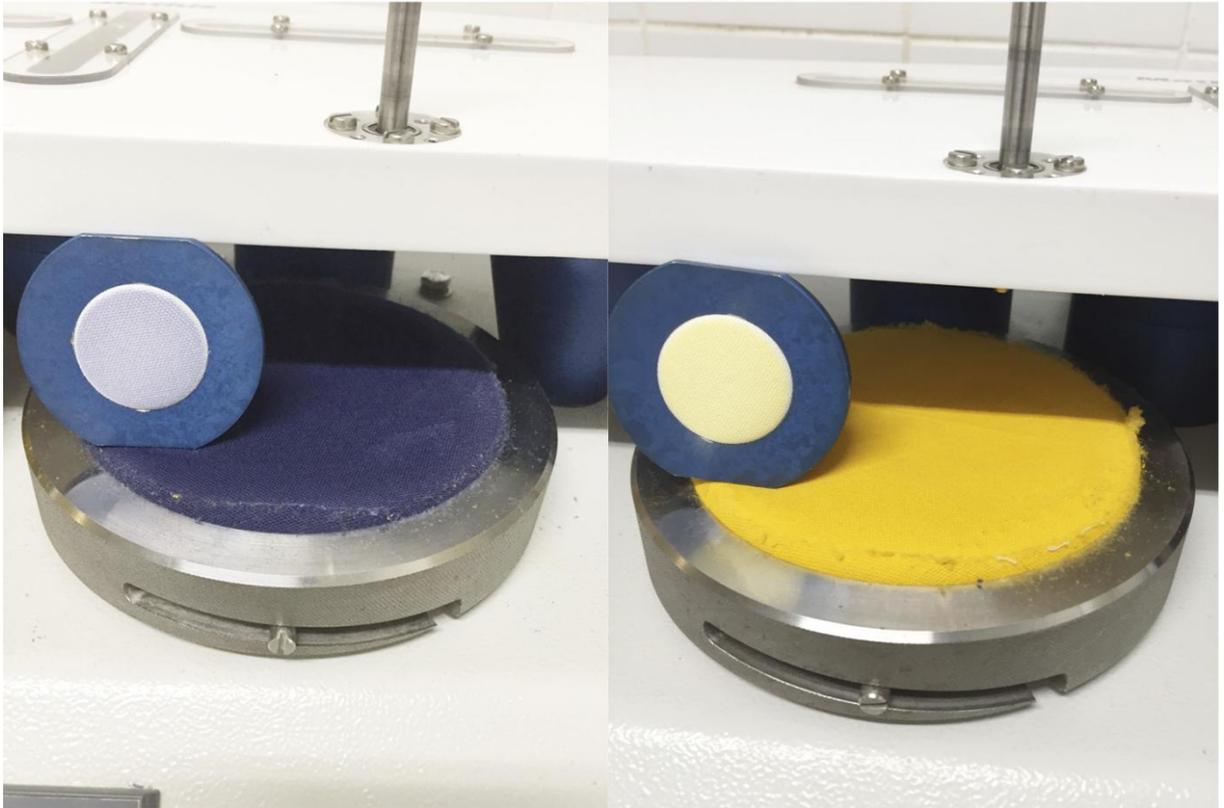
No término do ensaio foi possível avaliar que houve grande rompimento de fibras então teve perda de massa, migração considerável da cor do tecido tinto para o tecido de teste (tecido testemunha) e não houve quebra de fios.

Figura 9: Ensaio de abrasão 5.000 rubs (seco em temp. ambiente).



Fonte: Autoria própria.

Figura 10: Ensaio de abrasão 5.000 rubs (Rama).



Fonte: Autoria própria.

10. CONCLUSÃO

Ao analisar o processo de tingimento da fibra do algodão podemos verificar que quando associado ao corante direto, podemos perceber que o corante é de fácil aplicação na fibra celulósica, mas não possui boas características para a indústria têxtil. Pois contém baixa solidez da cor, ou seja, baixa fixação do corante na fibra. As amostras analisadas em laboratório para a fundamentação desta pesquisa demonstraram insatisfatório no que diz respeito à solidez da cor do corante direto.

Os ensaios no abrasímetro martindale, foram possíveis verificar que o tecido PT 100% algodão apresentou superfície visivelmente desgastada e sem formação de pilling. No teste de abrasão não houve rompimento de fios, mas teve perda de massa por conta do grande desgaste da superfície do tecido visivelmente perceptível. Tanto no teste abrasímetro de pilling ou abrasão a solidez do corante direto é insatisfatório, pois nos dois testes houve transferência de cor do tecido tinto para o tecidotestemunha perceptível a olho nu.

Baseado nos resultados de todos os ensaios de qualidade realizado em laboratório foi possível perceber a contribuição para os acadêmicos e a indústria têxtil, proporcionando índices e análise como referência para teste de qualidade. É interessante ressaltar que este estudo é experimental as análises e os resultados são reduzidos, mas busca ser referência para novos estudos sobre a necessidade da indústria têxtil na qualidade do seu produto.

REFERÊNCIAS

CHATAIGNIER, Gilda. **Fio a Fio: tecidos, modas e linguagem**. São Paulo: Estação das Letras, 2006.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2010.

GUARANTINI, C. C. I. ; ZANONI, M. V. B. **Corantes têxteis**. Química Nova. V. 23, 2000.

JULIANO, L. N.;PACHECO, S. M. V. **Estamparia e Beneficiamento Têxtil**. Araranguá. CEFET/SC, 2008, 84 p.

LADCHUMANAMANDASIVAM, Rasiah. **Processos químicos têxteis – Tingimento Textil**, v. 3, UFRN, 2008, 165 p.

LIMÃO, I. P. **Análise de assento e encosto de cadeiras de rodas dobráveis na perspectiva tribológica de materiais têxteis**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Centro de tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2017.

MATHIS LTDA. **Manual de instruções para aparelhos de laboratório para testes de fricção:pilling e abrasão**. Cotia, SP: [s. n.], 2011, 26 p.

MÉTODO de teste padrão para a resistência à abrasão de tecidos têxteis (Martindale método abrasão tester). ASTM – American Society for Testing and Materials, Designação:D 4966 – 12. (Aprovada de novo em 2016) p. 1-4, 2016. Disponível em:<<file:///E:/ASTM-%20D4966%20-%2012%20%20-%20Reapproved%202016.en.pt.pdf>>. Acesso em 14 maio 2019.

OLIVEIRA, Maria Marly de. **Como fazer projetos, relatórios, monografias, dissertações e teses**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

PEREIRA, G. S. **Introdução a tecnologia têxtil**. Araranguá: CEFET/SC, 2009, 101 p.

PEZZOLO, Dinah Bueno. **Tecidos: história, tramas, tipos e usos**. São Paulo: Editora SENAC, 2007.

PICCOLI, H. H. **Determinação do comportamento tintorial de corantes naturais em substrato de algodão**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Centro de tecnologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2008.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico. [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Freevale, 2013.

ROSSI, Ticiane. **Estudo do potencial do uso do resíduo efluente quando da destilação do óleo de folhas de eucalipto (*Corymbia citriodora* (HOOK) Pryor e Johnson 1979), como corante natural para o tingimento têxtil de algodão**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola superior de agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009. 107 p.

SALEM, Vidal. **Tingimento têxtil: fibras, conceitos e tecnologias**. São Paulo: Blucher: Golden Tecnologia, 2010.

SENAI, Escola SENAI Francisco Matarazzo. **Beneficiamentos têxteis – Tinturaria**. São Paulo, 2005, 103 p.

SENAI. **Teoria do tingimento**. Brusque: Senai, 2001. 46 p.

SILVA, M. G. da. et al. **Tingimento de têxteis com corante natural extraído dos excrementos do bicho-da-seda**. In: CONGRESSO CIENTÍFICO TÊXTIL E MODA, 4., 2016. Blumenau. *Resumos...* Blumenau: Instituto Federal de Santa Catarina, 2016. 11 p.

SORGER, R.; JENNY, U. **Fundamentos do design de moda**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

UDALE, Jenny. **Fundamentos do design de moda, Tecidos e moda**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

VALENTE, Amanda Caroline; DE OLIVEIRA, Rui. Poliamida: Solidez da Cor para o Desenvolvimento da Indústria. **Revista da UNIFEBE: Brusque**, SC, v. 1, n. 09, p. 1-17, jan./ jun. 2011.

VERÍSSIMO, S. A. **Extração, caracterização e aplicação do corante de urucum (Bixa Orellana L.) no tingimento de fibras naturais**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Centro de tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2003.

VIDART, J. M. M. **Simulação de difusão de corantes reativos em fibras de algodão**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP. 2013.

ANEXO A

Formulário: CORATEX.

CLIENTE			
COR	TINGIMENTO CORASTONED		
PESO LIQUIDO			
PURGA	R.B=1/10		
A %	1,50	CORAPAN LV	gr
A %	1,00	CORAICOL PR	gr
A %	1,00	SODA CÁUSTICA 50° BE	gr
CATIONIZAÇÃO / TINGIMENTO		R.B=1/10	pH 6,00
Diminuir do volume da cationização e tingimento a quantidade de água usada para diluição dos produtos			
A %	1,00	CORAICOL PR	gr
B %	6,00	CATIOFIX-M (DILUIR BEM)	gr
C %	2,00	SODA CÁUSTICA (DILUIR BEM)	gr
D %	0,3 a 0,5	CORACLEAN ED	gr
E %		CORASTONED	gr
E %		CORASTONED	gr
E %		CORASTONED	gr
F %	30,0	SAL	kg
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <p>OBS: Nas cores com até 0,5% de corante, usar 0,5% de Coraclean ED. Cores acima de 0,5% de corante, usar 0,3% de Coraclean ED.</p> </div>			
FIXAÇÃO / AMACIAMENTO		R.B=1/10	pH 4,5 - 5,0
G %	2,0	CORAFIX RIN (FIXADOR)	gr
K %	3,0	CORAMINN WN PASTA (1/10)	gr

Fonte: CORATEX Ltda.

ANEXO B

TABELA: Categoria de teste de pilling.

Categoria	Tipo de tecido	Tipo de abrasivo	Peso utilizado	Estado de verificação	Número de rubs
1	Estofados	Tecido Abrasivo de lã (Feltro)	415+/- 2	1	500
				2	1000
				3	2000
				4	5000
2	Tecidos que foram tecidos (com exceção dos estofados)	Tecido tecido sob teste (face/face) ou em tecido abrasivo de lã	415+/- 2	1	125
				2	500
				3	1000
				4	2000
				5	5000
				6	7000
3	Tecidos tricotados (com exceção do estofado)	Tecido tricotado sob teste (face/face) ou um tecido abrasivo de lã	155+/- 1	1	125
				2	500
				3	1000
				4	2000
				5	5000
				6	7000

FONTE: Manual de instruções para aparelhos de laboratório para testes de fricção: pilling e abrasão; Norma ISO 12945-2.