

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA.
CAMPUS JARAGUÁ DO SUL
CURSO TÉCNICO EM QUÍMICA (MODALIDADE: INTEGRADO)**

Aline Bianchini
Larissa Cristina Obenaus
Lóide Marcela Barros Silva
Malu Ortiz
Rogério Maass Junior
Willian Roberto de Almeida

**CORANTES NATURAIS: TINGIMENTO TÊXTIL SOB INFLUÊNCIA DE
DIFERENTES MORDENTES.**

Jaraguá do Sul, junho de 2014.

Aline Bianchini
Larissa Cristina Obenaus
Lóide Marcela Barros Silva
Malu Ortiz
Rogério Maass Junior
Willian Roberto de Almeida

**CORANTES NATURAIS: TINGIMENTO TÊXTIL SOB INFLUÊNCIA DE
DIFERENTES MORDENTES.**

Relatório de pesquisa desenvolvido no eixo formativo diversificado “Conectando os Saberes” do Curso Técnico em Química (Modalidade: Integrado) do Instituto Federal Santa Catarina - Campus Jaraguá do Sul. Orientador (a): Roberto João Eissler.

Jaraguá do Sul, junho de 2014.

RESUMO

A pesquisa trata do tingimento têxtil com corante natural de urucum, objetivando encontrar a melhor etapa do processo de tingimento para a aplicação de diferentes agentes fixadores (mordentes), sendo esses Ácido Tânico, Sulfato de Amônio Alumínio, Sulfato Ferroso Amoniacal. Foram analisadas a aplicação prévia, aplicação simultânea e aplicação posterior dos mordentes, em amostras de tecido 100% algodão pré-alvejadas. A análise da qualidade dos tingimentos foi feita através de diversas variáveis: solidez da cor à lavagem, solidez da cor à fricção seco e úmido. Foi constatado que o processo de mordentagem simultânea exige menos tempo de tingimento, enquanto o posterior que exige mais tempo, demonstrando menos alteração da cor. A maioria dos ensaios demonstrou melhor qualidade com mordentagem simultânea ou posterior. Foi concluído que os melhores resultados foram do Sulfato Ferroso Amoniacal com mordentagem posterior, Sulfato de Amônio Alumínio com mordentagem posterior, e Ácido Tânico com mordentagem simultânea. Entretanto, não foi possível classificar qual tem o melhor desempenho entre esses, pois cada um demonstra melhor desempenho em diferentes situações, restando à escolha das necessidades de quem for utilizá-lo e de sua aplicação.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| FIGURA 1 – Corante Vermelho Congo. | 14 |
| FIGURA 2 – Processo de sintetização dos corantes azóicos..... | 14 |
| FIGURA 3 – Corante Laranja Ácido 7..... | 15 |
| FIGURA 4 – Exemplo de Corante Dispersivo Solubilizado..... | 15 |
| FIGURA 5 – Fruto do Urucueiro e Sementes de Urucum. | 16 |
| FIGURA 6 – Estrutura Química da Bixina. | 17 |
| FIGURA 7 – Equipamentos utilizados nos procedimentos laboratoriais..... | 31 |
| FIGURA 8 – Gráfico de processo do pré-alveijamento. | 32 |
| FIGURA 9 – Gráfico do Tingimento sem Mordentagem. | 33 |
| FIGURA 10 – Componentes de banho do tingimento. | 34 |
| FIGURA 11 - Gráfico do Tingimento com Mordentagem Prévia..... | 35 |
| FIGURA 12 – Gráfico do Tingimento com Mordentagem Simultânea. | 35 |
| FIGURA 13 – Gráfico do Tingimento com Mordentagem Posterior..... | 36 |
| FIGURA 14 – Substratos de algodão antes e depois do pré-alveijamento..... | 39 |
| FIGURA 15 – Corpos de prova para os tingimentos e testes de solidez..... | 40 |
| FIGURA 16 – Alteração de cor dos tecidos pelos mordentes..... | 41 |
| | |
| QUADRO 1 – Componentes do banho de tingimento com corante natural de Urucum sem mordentagem..... | 33 |
| QUADRO 2 – Componentes do banho de tingimento com corante natural de Urucum com mordentagem prévia, simultânea e superior..... | 34 |
| QUADRO 3 – Determinação da solidez dos tingimentos, sob efeito da lavagem, da fricção à seco e à úmido através de leituras em espectrofotômetro. | 43 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| INTRODUÇÃO | 8 |
| 1. CORANTES | 11 |
| 1.1. Histórico | 11 |
| 1.2 Definição e Estrutura Química | 12 |
| 1.3 Fixação do Corante | 12 |
| 1.4 Classificação | 13 |
| 2. CORANTES NATURAIS | 16 |
| 2.1. Corante natural de Urucum | 16 |
| 2.2 Bixina | 17 |
| 3. FIBRAS TÊXTEIS | 19 |
| 3.1 Classificação | 19 |
| 3.2 Algodão | 20 |
| 4. AUXILIARES DE TINGIMENTO | 22 |
| 4.1. Mordentes | 22 |
| 4.2. Tensoativos | 22 |
| 5. TINGIMENTO TÊXTIL | 24 |
| 5.1 Pré-alvejamento | 24 |
| 5.2 Processo de Tingimento | 24 |
| 5.3 Beneficiamento do Algodão | 25 |
| 6. SOLIDEZ E ESPECTROFOTOMETRIA | 26 |
| 7. TRATAMENTO DE EFLUENTES | 28 |
| 8. MATERIAIS E MÉTODOS | 30 |
| 8.1 Materiais, Reagentes e Equipamentos | 30 |
| 8.2 Pré-alvejamento | 31 |

| | |
|---|-----------|
| 8.3 Ensaio de Tingimento | 32 |
| 8.4 Testes de solidez | 36 |
| 8.5 Leituras em Espectrofotômetro..... | 37 |
| 9. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 39 |
| 9.1 Análise do pré-alveamento | 39 |
| 9.2 Avaliação da cor do tingimento e dos testes de solidez..... | 39 |
| 9.3 Determinação da Solidez..... | 42 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 46 |
| REFERÊNCIAS | 48 |
| GLOSSÁRIO | 54 |
| APÊNDICES..... | 56 |
| APÊNDICE A – PRÉ-ALVEJAMENTO DE SUBSTRATOS TÊXTEIS DE ALGODÃO...57 | 57 |
| APÊNDICE B – TINGIMENTO TÊXTIL COM CORANTE NATURAL DE URUCUM SEMMORDENTAGEM..... | 60 |
| APÊNDICE C – TINGIMENTO TÊXTIL COM CORANTE NATURAL DE URUCUM COM MORDENTAGEM PRÉVIA DE ÁCIDO TÂNICO, SULFATO DE AMÔNIO ALUMÍNIO E SULFATO FERROSO AMONIACAL..... | 63 |
| APÊNDICE D – TINGIMENTO TÊXTIL COM CORANTE NATURAL DE URUCUM COM MORDENTAGEM SIMULTÂNEA DE ÁCIDO TÂNICO, SULFATO FERROSO AMONIACAL E SULFATO DE AMÔNIO ALUMÍNIO..... | 67 |
| APÊNDICE E – TINGIMENTO TÊXTIL COM CORANTE NATURAL DE URUCUM COM MORDENTAGEM POSTERIOR DE ÁCIDO TÂNICO, SULFATO DE AMÔNIO ALUMÍNIO E SULFATO FERROSO AMONIACAL..... | 71 |
| APÊNDICE F – TESTES DE SOLIDEZ DO TINGIMENTO TÊXTIL SOB EFEITO DA FRICÇÃO SECO E ÚMIDO..... | 75 |
| APÊNDICE G – TESTES DE SOLIDEZ DO TINGIMENTO TÊXTIL DE AMOSTRAS DE ALGODÃO TINGIDAS COM CORANTE DE URUCUM COM APLICAÇÃO DE MORDENTAGEM PRÉVIA, SIMULTÂNEA E POSTERIOR SOB EFEITO DA LAVAGEM..... | 77 |

| | |
|--|-----------|
| APÊNDICE H- LEITURA DA SOLIDEZ DAS AMOSTRAS TINGIDAS E SUBMETIDAS AOS TESTES DE FRICÇÃO A SECO E A UMIDO E AO TESTE DE LAVAGEM, EM ESPECTROFOTÔMETRO..... | 79 |
|--|-----------|

INTRODUÇÃO

Os corantes assumem uma importância fundamental em muitos setores da indústria e que repercutem na sociedade, de acordo com Kunz et al (2012, p. 78), “os corantes sintéticos são extensivamente utilizados na indústria têxtil, gráfica, fotográfica e como aditivos em derivados de petróleo”. O autor afirma que aproximadamente 10.000 diferentes corantes e pigmentos são usados industrialmente, o que representa um consumo anual de cerca de 700.000 toneladas no mundo, das quais 26.500 toneladas somente no Brasil.

Não apenas na sociedade contemporânea podemos encontrar seus relatos de uso, mas como cita Rossi estes acompanharam a evolução humana, pois

(...) o uso de corantes naturais começou há milhares de anos, havendo evidências entre os antigos egípcios, China e Índia. No Brasil, os corantes naturais têm importante relação com sua história, a começar pelo nome do país, proveniente da madeira de Pau-brasil (*Caesalpinia echinata*), importante fonte de corante vermelho no século XVI. (ROSSI, 2008).

Primeiramente, os primeiros corantes eram os naturais, mas como mostra Rossi, (2008) com o desenvolvimento do primeiro corante sintético em 1856, os corantes naturais foram rapidamente substituídos, devido ao baixo custo decorrente da economia obtida pela produção em larga escala, da flexibilidade de localização perto dos centros consumidores, da homogeneidade da composição e da garantia da qualidade.

Rossi ainda mostra que com o passar dos anos, e com novas técnicas de estudo, surge uma sociedade contemporânea cada vez mais interessada em produtos de origem natural, que possam causar menos danos à saúde humana e ao meio ambiente. Embora a maioria dos corantes sintéticos possam ser classificados como seguros, essa busca torna-se cada vez maior. Assim sendo, em busca de atender esse novo nicho de mercado, as indústrias alimentícia, cosmética, papelaria e têxtil têm aumentado o uso de corantes naturais. Atualmente há uma série de produtos, principalmente alimentícios, que já utilizam corantes naturais como em bebidas, molhos, sopas, maioneses, sorvetes, temperos, massas etc.

Como forma de reduzir os problemas ambientais, Bastian (2009) diz que a indústria têxtil tem adotado estratégias, como uma produção mais limpa, visando a eliminação do uso de matérias-primas tóxicas, aumento da eficiência do uso de água e energia, redução na geração de efluentes, etc.

Como consequência desse aumento da utilização de corantes naturais, aliado a um contexto de resgate à cultura e tecnologia tradicional, assim como no interesse das matérias-primas naturais e renováveis, o corante natural se destaca. Entretanto, Bechtold et al (2003) diz que o uso dos corantes naturais está limitado por fatores exigidos na indústria têxtil atual que

são: adaptação dos processos tradicionais de tingimento nos atuais equipamentos, o fornecimento de uma quantidade adequada de corante e propriedades de solidez de cor, isto é, da resistência dos corantes naturais ao tecido tingido, aceitáveis à indústria têxtil.

Em busca de um processo de tingimento adequado à contemporaneidade, foi feita uma pesquisa em torno do uso do corante natural de urucum na indústria têxtil. Com o teste de verificação da viabilidade do uso de mordentes para procurar uma qualidade adequada às exigências da indústria têxtil.

Há de se questionar, em uma indústria, sempre, sua funcionalidade em todos aspectos. “Além da verificação da eficiência do processo deve-se questionar se este é o mais moderno, considerando-se a viabilidade técnica e econômica” (GIORDANO, 2007, p.5).

Dessa forma, Piccoli escreve que “tornar-se-á diferenciada a empresa que dominar os processos de tingimento com matérias-primas e insumos naturais como um item de vantagem competitiva frente a produtos convencionais” (PICCOLI, 2008, p.21). Nesses aspectos consistem as vantagens dos corantes naturais sobre as demais classes.

No entanto, sabe-se que os corantes naturais não apresentam boa fixação da cor, uma alternativa para semelhar essa ficção poderia ser a utilização de substâncias mordentes, isto é, substâncias que formam ligações entre a fibra e o corante, corante e o metal, e, metal com a fibra, utilizadas para aprimorar a solidez de alguns corantes.

Tendo isso em vista, nessa pesquisa realizou-se o tingimento têxtil em substratos de algodão pré-alvejados com corante natural de Urucum utilizando três diferentes mordentes: Ácido Tânico, Sulfato de Amônio Alumínio, Sulfato Ferroso Amoniacal. A mordentagem foi realizada prévia, simultânea e posteriormente aos tingimentos. Para a determinação do melhor método de aplicação do mordente, isto é, identificar qual ensaio apresentou os melhores resultados, as amostras tingidas foram submetidas a testes de solidez nos processos de lavagem, fricção à seco e à úmido, sendo o resultado desse teste determinado por meio de leituras em espectrofotômetro.

Como referência para a receita do processo de tingimento foi utilizado um estudo semelhante (Determinação do Comportamento Tintorial de Corantes Naturais em Substrato de Algodão, PICOLLI, 2008), desse estudo observou-se os parâmetros: temperatura, concentração e tempo.

Com base em leituras, hipóteses foram formuladas, sendo elas: há diferença na solidez do tingimento entre as amostras tingidas com mordentagem prévia, simultânea e posterior; a amostra têxtil tingida com aplicação simultânea do mordente apresenta melhor solidez; o mordente Sulfato Ferroso Amoniacal apresenta melhor solidez no tingimento; os

mordentes utilizados alteram a cor no tingimento em substratos de algodão; a solidez dos tingimentos, sob efeito da lavagem, da fricção à seco e à úmido, é aceitável para uso industrial e há necessidade de tratamento de efluente dos mordentes metálicos.

Os dados gerados nessa pesquisa são oriundos de ensaios realizados no laboratório de Controle de Qualidade do Instituto Federal de Santa Catarina – campus Jaraguá do Sul, no primeiro semestre de 2014.

Assim, a pesquisa está estruturada em capítulos, que se dispõe da seguinte forma.

O primeiro capítulo apresenta a definição de corante, uma breve explicação da evolução do corante e das técnicas de tingimento através da história, seguido das formas de fixação e classificação dos corantes.

O segundo capítulo traz a definição de corantes naturais. Trazendo especificamente dados sobre o corante utilizado na pesquisa, o corante natural de urucum, e seu principal pigmento, a bixina.

O terceiro capítulo aborda a definição de fibras têxteis bem como suas classificações e dando enfoque maior à fibra de algodão, por ser a fibra selecionada para o estudo. A seguir, quarto capítulo apresenta os auxiliares para processos de tingimento de algodão, evidenciando os mordentes, mostrando o que são, e como podem ser utilizados.

O quinto capítulo é dedicado à parte de tingimento têxtil, abrangendo aí a questão do pré-alveamento, dos processos de tingimento e do beneficiamento do algodão. Uma explicação sobre solidez e espectrofotometria, abrangendo definições e utilizações destes é feita no sexto capítulo.

O sétimo capítulo é dedicado à questão de tratamento de efluentes relacionando, principalmente, os mordentes utilizados com os efluentes gerados na execução da pesquisa.

No oitavo capítulo estão apresentados os materiais utilizados na execução da pesquisa e os métodos seguidos para a mesma. E o nono e último capítulo traz os resultados e análises de dados obtidos.

1. CORANTES

Os corantes são indispensáveis na indústria têxtil. Atualmente mais de 90% dos corantes empregados são sintéticos. A maior parte dos corantes fabricados vai para a indústria têxtil, mas as indústrias de artefatos de couro ou de papel, indústrias alimentícias, de cosméticos, tintas e plásticos também são usuários importantes.

Segundo a ABIQUIM (Associação Brasileira da Indústria Química), a utilização de corantes no Brasil concentra-se, principalmente, nos corantes reativos para fibras celulósicas, que em 2012 responderam por 57% do mercado, seguidos pelos corantes dispersos com 35%, poliamida com 3%, acrílico com 2 % e outros com 2%.

1.1. Histórico

Os corantes e o tingimento têxtil são usados pelo homem há muito tempo. Salem (2010) afirma que, o tingimento em substratos têxteis é uma arte milenar e por muitos séculos foram empregados corantes naturais. Os primeiros corantes eram somente de origem natural e tiveram grande importância cultural e econômica ao longo da história da humanidade (PEREIRA, 2008).

As civilizações primitivas já faziam uso dos mesmos para o tingimento de roupas, tapetes e utensílios. Acredita-se que a técnica tenha surgido na Índia, por volta de 2.500 a.C. apresentando referências de seda colorida e bordados, das quais se conclui que era uma prática já conhecida e utilizada (TROTMAN, 1984, *apud* PICCOLI, 2008).

A técnica de tingimento foi transmitida para os povos da Pérsia, da Fenícia e do Egito, onde foram encontrados tecidos tingidos em tumbas do século XXV a.C. Os antigos já sabiam que a mistura de corantes azuis, vermelhos e amarelos produzia novas cores, segundo informações do site do Conselho Regional de Química – IV Região.

Os corantes eram muito usados pelos povos da Ásia, mas se popularizou na Europa quando Vasco da Gama encontrou o caminho marítimo para as Índias. Segundo Viana (2012, p. 27), “após aprender com os povos da Ásia, sobre o uso dos corantes, os europeus se aperfeiçoaram na tecnologia da tintura, utilizando corantes vegetais e animais quase na totalidade de seu trabalho, fato que se estendeu até meados do século XIX”.

O primeiro corante artificial surgiu em 1856. William Henry Perkin, um químico inglês, sintetizou a mauveína a qual passou a ser o primeiro corante sintético já produzido. A síntese da mauveína foi o primeiro passo para a produção de corantes orgânicos sintéticos*

* Corante orgânico sintético - aquele cuja estrutura química é semelhante à do princípio ativo isolado de corante orgânico natural.

em grande escala. Hoje, mais de 90 % dos corantes empregados são sintéticos (ALMEIDA, 2006).

1.2 Definição e Estrutura Química

A ABIQUIM (Associação Brasileira da Indústria Química) define corantes como, “compostos orgânicos cuja finalidade é conferir a uma certa fibra (substrato) determinada cor, sob condições de processo preestabelecidas”.

Os corantes são substâncias compostas, tanto naturais quanto sintéticos, aplicados na forma de suas soluções, tanto em água quanto em outros solventes, que se fixam de alguma maneira, predominantemente por fenômenos em escala molecular a um substrato, que pode ser um tecido (têxtil), papel e outros derivados de celulose, cabelo humano e pelos de animais, couro e diversos materiais. São retidos por adsorção física, formação de soluções, sais ou complexos com metais, retenção mecânica ou por constituição de ligações químicas covalentes (ROSALEN et al, 2004).

Almeida (2006, p.1) afirma que “os corantes têxteis apresentam estruturas moleculares complexas que podem envolver, durante seu processo de síntese, até 500 reações intermediárias”. As moléculas dos corantes utilizadas para o tingimento das fibras têxteis podem ser divididas em duas partes, grupo cromóforo responsável pela cor que absorve a luz solar, e o grupo funcional que permite a fixação nas fibras do tecido. Existem vários tipos de grupos cromóforos, tais como antraquinona, nitro e azo. No entanto, o grupo mais largamente usado pertence à família dos corantes azo (60 %), que se caracterizam por apresentarem um ou mais agrupamentos $-N=N-$ ligados a anéis aromáticos (KUNZ & PERALTA-ZAMORA, 2002).

1.3 Fixação do Corante

Segundo Guaratini & Zanoni (2000, p. 71),

a fixação do corante à fibra é feita através de reações químicas, da simples insolubilização do corante ou de derivados gerados e ocorre usualmente em diferentes etapas durante a fase de montagem e fixação. Entretanto, todo processo de tintura envolve como operação final uma etapa de lavagem em banhos correntes para retirada do excesso de corante original ou corante hidrolisado não fixado à fibra nas etapas precedentes.

Sobre a fixação da molécula do corante à essa fibra, as autoras escrevem que, essa “pode envolver basicamente tipos de interações: ligações iônicas, de hidrogênio, de Van der Waals e covalentes”.

Os tingimentos baseados em interações entre o centro positivo dos grupos amino e carboxilatos que estão presentes na fibra e a carga da molécula do corante são denominados interações iônicas (tintura da lã, seda e poliamida). A interação de van der Waals constitui de uma aproximação entre os orbitais π do corante e da molécula da fibra, de forma que a molécula do corante se interage com a fibra, sem formar uma ligação propriamente dita (tintura de lã e poliéster). Interações de hidrogênio são ligações entre átomos de hidrogênio e pares de elétrons livres de átomos presentes na fibra (tintura de lã, seda e fibras sintéticas). A ligação entre grupos eletrofílico do corante e nucleofílicos da fibra constitui uma interação covalente; tintura de algodão (GUARATINI & ZANONI, 2000).

1.4 Classificação

Os corantes de uma maneira geral podem ser divididos em naturais, sintéticos ou artificiais.

Os corantes sintéticos são de grande aceitação industrial, permitem obter uma alta gama de cores e são sintetizados em grande escala, entretanto são potenciais poluidores ambientais, principalmente de rios, através da descarga de resíduos de indústrias síntese de corantes e de tingimento de artigos têxteis. Corantes extraídos de plantas naturais têm sido utilizados desde a antiguidade, para tingimento de fibras têxteis, sendo obtidos através de minerais e vegetais. (MIZOGUCHI 2000, p.2).

Guaratini e Zanoni (2000, p. 72) afirma que “os corantes podem ser classificados de acordo com sua estrutura química ou de acordo com o método pelo qual ele é fixado à fibra têxtil”. Os principais grupos de corantes são mostrados a seguir.

Os corantes reativos, são definidos por Guaratini e Zanoni (2000, p. 72), como a classe que contém “um grupo eletrofílico (reativo) capaz de formar ligação covalente com grupos hidroxila das fibras celulósicas, com grupos aminos, hidroxila e tióis das fibras protéicas e também com grupos aminos das poliamidas”. Existem numerosos tipos de corantes reativos, porém os principais contêm a função azo e antraquinona como grupos cromóforos e os grupos clorotriazinila e sulfatoetilsulfonila como grupos reativos (COGO, 2011).

Os corantes diretos podem ser aplicados a fibra diretamente e são muito utilizados em fibras celulósicas pelo processo de esgotamento. Almeida (2006, p. 8) define a classe de corantes diretos como, “corantes solúveis em água os quais se ligam às fibras a partir de interações de van der Waals”. Segundo Guaratini e Zanoni (2000, p. 72),

a afinidade do corante é aumentada pelo uso de eletrólitos, pela planaridade na configuração da molécula do corante ou a dupla ligação conjugada que aumenta a adsorção do corante sobre a fibra. A grande vantagem dessa classe de corantes é o alto grau de exaustão durante a aplicação e conseqüente diminuição do conteúdo de corante nas águas do rejeito.

Um exemplo dessa classe é o corante Vermelho Congo, que contém grupos diazo como grupo cromóforo, apresentado na figura abaixo.

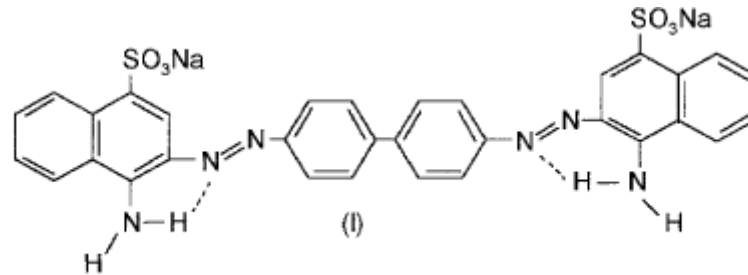


FIGURA 1 – Corante Vermelho Congo.

FONTE: Guaratini e Zanoni, 2000, p. 72.

Outra classe também definida por Almeida (2006, pg. 8), são os corantes azóicos. Esses são “compostos insolúveis em água, que são sintetizados sobre a fibra durante o processo de tingimento. Neste processo utiliza-se um agente de acoplamento (naftol) que se impregna na fibra de celulose e em seguida adiciona-se um sal de diazônio que reage com o mesmo”. Esses corantes são empregados em fibras celulósicas e são caracterizados pela dupla ligação entre o grupo funcional azo -N=N- que se une ao benzeno e naftaleno, que determinam a cor do corante, como mostra a figura abaixo.

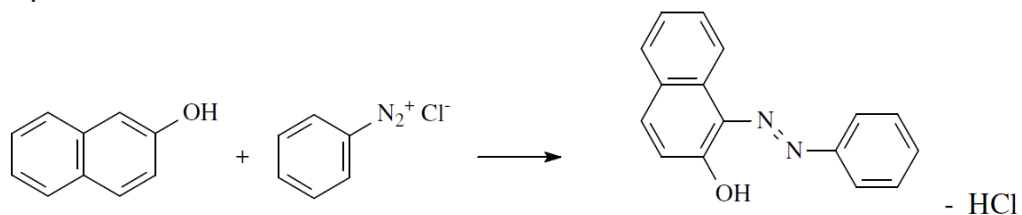


FIGURA 2 – Processo de sintetização dos corantes azóicos.

FONTE: Almeida *et al*, 2004, p.821.

Guaratini e Zanoni (2000, p. 72) define os corantes ácidos, como “corantes aniônicos portadores de um a três grupos sulfônicos [...] que tornam o corante solúvel em água”. As autoras relatam que no processo de tintura, o corante neutralizado se liga à fibra através de uma troca iônica envolvendo par de elétrons livres do grupo amino e carboxilato das fibras protéicas (lã, seda). Estes corantes caracterizam-se por substâncias com estrutura química baseada em compostos azo, antraquinona, triarilmetano, azina, xanteno, ketonimina, nitro e

nitroso, que fornecem uma ampla faixa de coloração e grau de fixação. A figura abaixo mostra o Corante Laranja Ácido 7, contendo três grupos sulfônicos.



FIGURA 3 – Corante Laranja Ácido 7.

FONTE: Almeida *et al*, 2004, p.820.

Os corantes dispersos, definidos por Cogo (2011, p. 8) como “a classe dos corantes insolúveis em água aplicados em fibras de celulose e outras fibras hidrofóbicas, como o poliéster, através de suspensão”. Durante o processo de tintura, o corante sofre hidrólise e a forma originalmente insolúvel é lentamente precipitada na forma dispersa sobre acetato de celulose, nylon, polyester e poliacrilonitrila. A figura abaixo mostra um exemplo de Corante Dispersivo Solubilizado.

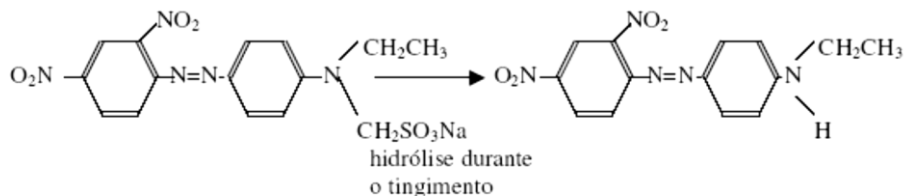


FIGURA 4 – Exemplo de Corante Dispersivo Solubilizado.

FONTE: Guaratini & Zanoni, 2000, p. 73.

Os corantes mordentes, são a classe de corantes, geralmente naturais, que segundo Oliveira (2006 p.10) “se ligam à fibra têxtil por meio de um mordente”, o qual pode ser uma substância orgânica, como os taninos, ou inorgânica, geralmente um complexo metálico de alumínio, cromo, estanho ou ferro, formando uma ligação bastante forte. A maior parte dos corantes naturais vermelhos e amarelos estão incluídos nesta categoria.

2. CORANTES NATURAIS

Os corantes naturais, conforme Crh Hansen, “são pigmentos extraídos de fontes naturais renováveis”. Piccoli (2008) relata que foram criadas classificações para identificar o comportamento tintorial dos corantes naturais, como corantes substantivos e corantes diretos para aqueles que tingem a fibra diretamente e corantes adjetivos e corantes mordentes para aqueles que demandam mordentes no processo de tingimento.

Algumas propriedades devem ser observadas para verificar se o corante é útil para processos de tingimento. Para ser utilizado como um corante direto, deve ter intensidade e permanência considerável e ser capaz de fixar-se facilmente sobre a fibra têxtil sem perder a cor ou danificar a fibra. Para ser um corante mordente, não é necessário que esse possua cor intensa ou até qualquer cor, pois a cor final não depende da cor somente do corante, já que é produzida na fibra com o mordente. A característica fundamental deste grupo de corantes é que eles produzam cores brilhantes e intensas em combinação com mordentes metálicos. (PICCOLI, 2008).

Melo (2007, p. 19) observa que mesmo com a intensificação do uso de corantes químicos, o emprego da tinturaria natural “ainda se conserva entre as pessoas que dedicam seus esforços a trabalhar junto a terra, a criar peças tecidas à mão e tingidas com plantas”, e que a utilização de corantes naturais não é uma novidade, mas uma “volta ao passado”.

2.1. Corante natural de Urucum

Um dos corantes que podem representar uma “volta ao passado” é obtido das sementes do fruto do urucueiro, o urucum (FIGURA 5), que já teve importância significativa, pois povos primitivos da América Central e do Sul utilizavam o urucum como “corante para as fibras têxteis e arte plumária, como erva medicinal, como pigmento de superfície para cerâmicas e madeiras, como corante culinário e ainda na pintura corporal para proteção” (SANTOS, 2013).



FIGURA 5 – Fruto do Urucueiro e Sementes de Urucum.

FONTE: CUNHA, 2008, p. 1

Santos (2013, p.1) relata ainda que o urucum se trata de um “corante de poder tintóreo de grande intensidade” e que “resulta em tons que vão do amarelo dourado ao vermelho tijolo, dependendo da adição de mordentes ou componentes modificadores dos banhos”. Segundo o autor, “não se tem ideia hoje em dia da importância que representou o urucum na manufatura e comércio das sedas lavradas na Europa do século XVII e XVIII”.

Sobre o Urucuzeiro, o CPT (Centro de Produções Técnicas, 2013), destaca que se trata “de uma cultura de médio porte, que produz por mais de 20 anos”. No Brasil, é nativa “dos estados do Amazonas, do Pará, do Maranhão, do Ceará e da Bahia”, sendo também cultivada em “Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, entre outros”.

O principal produto extraído do urucueiro é a bixina, que é uma substância que se encontra no pericarpo, ou seja, na camada de cobertura das sementes. A partir dessa substância, é possível obter os corantes naturais, com excelentes propriedades. (CPT, 2013).

Ainda que o CPT destaca a utilização na indústria de alimentos,

a cada dia é maior o número de indústrias, principalmente as de alimentos, que vêm substituindo os corantes artificiais, utilizados na fabricação de seus produtos, pelos naturais. E essa é a principal razão que vem contribuindo muito para com a expansão da cultura do urucueiro, tornando-a uma boa opção de renda para o produtor. (CPT, 2013).

Apesar da utilização na área de alimentação, o uso do urucum na indústria têxtil também tem sido pesquisado.

2.2 Bixina

O pigmento do urucum é obtido da camada externa de suas sementes, consistindo, principalmente, “de *cis*-bixina, também denominada alfa-bixina (éster monometílico do ácido dicarboxílico alfa-norbixina pouco solúvel em óleo)”, sendo que a “alfa-bixina representa mais de 80% dos carotenóides totais presentes no urucum” (NETTO, 2009, p. 42). Uma imagem da estrutura da bixina pode ser vista a seguir, na FIGURA 6.

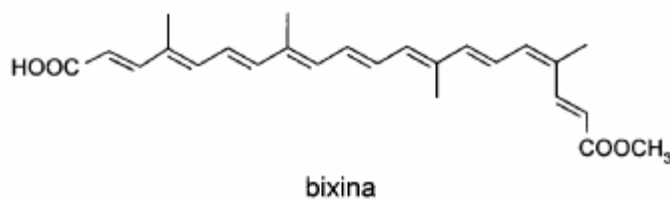


FIGURA 6 – Estrutura Química da Bixina.

FONTE: Mercadante 2001, p. 311.

Netto (2009, p. 42) diz ainda que “o cromóforo da bixina é o sistema de duplas ligações conjugadas”, e que esse lhe confere sua coloração particular, sendo também “a causa da suscetibilidade da bixina ao oxigênio, à luz e à temperatura”. Porém, completa relatando que “apesar de apresentar características inerentes aos carotenóides, de modo geral o urucum pode ser considerado bastante estável, principalmente quando comparado com outros grupos de corantes naturais”.

A bixina, cuja estrutura é composta por “25 carbonos e grupos carboxílico e éster metílico” (MERCADANTE & PFANDER, 2001, p. 193), é empregada também na indústria farmacêutica, tendo, segundo Baliane (1982) *apud* Diniz *et al* (2011, p. 54), funções “estomáticas, laxativas, cardiotônicas, hipotensor expectorante e antibiótico, agindo como antiinflamatório para as contusões e feridas, apresentando, ainda, emprego interno na cura das bronquites e externo nas queimaduras”. Assim sendo, esse corante pode ser utilizado na indústria farmacêutica, têxtil e também alimentícia.

3. FIBRAS TÊXTEIS

Como já mencionado, os corantes têm a finalidade de conferir cor a uma certa fibra, que pode ser um tecido, papel e outros derivados de celulose.

A fibra têxtil é definida, conforme o CONMETRO – Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, como

(...) todo elemento de origem química ou natural, constituído de macromoléculas lineares, que apresente alta proporção entre seu comprimento e diâmetro e cujas características de flexibilidade, suavidade e conforto ao uso, tornem tal elemento apto às aplicações têxteis (Resolução CONMETRO 01/01).

A fibra têxtil é definida, conforme o CONMETRO – Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, como “todo elemento de origem química ou natural, constituído de macromoléculas lineares, que apresente alta proporção entre seu comprimento e diâmetro”. Além disso, para que seja apto às aplicações têxteis é preciso que apresente características de flexibilidade, suavidade e conforto ao uso.

3.1 Classificação

As fibras têxteis podem classificadas em função de sua origem, pela sua estrutura química ou por ambos os fatores.

O químico especialista em química têxtil, Salem (2008) compreende que as fibras naturais vegetais são essencialmente constituídas de celulose, a qual se encontra sempre na natureza em combinação com outras substâncias, sendo a mais comum a lignina. Essas fibras contêm impurezas tais como gomas, resinas, gorduras, ceras e pigmentos. Constituem esse grupo derivados de semente e frutos, como o algodão e coco; de caules, como linho, cânhamo, rami, malva, juta; e folhas, de onde originam-se o sisal e o caroá.

Outras fibras largamente utilizadas são as animais, produzidas por secreção glandular. Segundo UNIFESC (2008, p.11), “estas fibras provêm das glândulas sericígenas de alguns insetos, sob a forma de dois filamentos de fibroína ligados por sericina ou ainda da secreção de alguns moluscos”.

São fibras de origem animal a lã, obtida do pelo de ovelha, tendo como principal componente a queratina, e fibras de alpaca, camelo, cachemir, coelho, que apresentam propriedades químicas semelhantes às da lã. A seda também tem origem animal, sendo um “fio produzido por uma lagarta, que se alimenta de folhas de amoreira e chamada bombyxmori” (SALEM, 2010).

Menos empregadas que as anteriores, as fibras minerais “provêm de rochas com estruturas fibrosas e são constituídas essencialmente por silicato” (UNIFESC, 2008). ABREA (1995) diz que “o amianto ou asbesto é uma fibra mineral natural sedosa, extraída fundamentalmente de rochas compostas de silicatos hidratados de magnésio, onde apenas de 5 a 10% se encontram em sua forma fibrosa de interesse comercial”.

Além das fibras naturais, citadas anteriormente, as fibras químicas ganham espaço na área têxtil, e representam um dos mais significativos mercados de consumo de produtos químicos. Como fibras químicas, Salem classifica as sintéticas, derivadas de resinas do petróleo, e artificiais, que segundo Alcântara (1995, p. 320), “são obtidas a partir de modificações químicas da celulose”. Assim como as fibras, outros produtos apresentam amplos mercados de consumo, os produtos auxiliares.

3.2 Algodão

O algodão é uma fibra que “existe na natureza envolvendo sementes do fruto do algodoeiro, gênero *Gossypium*”, segundo Rossi (2009, p.33).

De origem vegetal, Oliveira (1996, p.6) descreve a fibra como sendo “fina, de comprimento variando entre 24 e 38 mm e, por não apresentar grandes exigências em relação ao clima ou ao solo, pode ser produzido em praticamente todos os continentes”. No entanto, completa dizendo que,

é uma planta de cultura delicada e muito sujeita a pragas, sendo grande consumidora de desfolhantes, herbicidas e fungicidas. Seu preço é regulado pela oferta, demanda e classificação de qualidade, especialmente em relação às características da fibra, como, por exemplo, o índice de uniformidade e teor de impurezas presentes na matéria-prima. (OLIVEIRA,1996, p.6).

Segundo Alfieri (1991), as fibras de algodão contêm de 5 a 6% de impurezas de diversos gêneros. Deve-se considerar também que o algodão possui impurezas não fibrosas derivadas dos processos de extração das fibras no descaroçamento e na limpeza mecânica, como pedaços de caroço, restos vegetais de caules e folhas, etc. Estas últimas impurezas podem chegar a compor de 10 a 14% do peso das fibras.

Cherem (2004) esclarece que processos de limpeza do algodão são realizados com os objetivos de assegurar ao mesmo o aspecto limpo e hidrófilo e possibilitar o tingimento de forma igualizada e reprodutível. Isso facilita o acesso do corante à fibra, favorecendo as ligações, o que, na maioria dos casos, aumenta o rendimento da cor.

Oliveira (1996, p.6) ainda ressalta “que as principais vantagens comparativas do algodão em relação às fibras artificiais e sintéticas decorrem principalmente do conforto dos

itens confeccionados, favoráveis aos países de clima quente, e também dos aspectos ecológicos, pois são biodegradáveis”.

E ainda segundo autor (1996, p.6), o algodão responde por aproximadamente 80% das fibras utilizadas nas fiações brasileiras: na tecelagem, 65% dos tecidos são produzidos a partir de fios de algodão, enquanto na Europa gira em torno de 50%. Destacando-se os percentuais com elevadas porcentagens tendo um decréscimo nos últimos anos, face ao aumento da participação das fibras artificiais e sintéticas na produção de tecidos.

Mesacasa, et al (2012) explica que as fibras naturais podem remeter a algo saudável, porém muitas vezes demandam processos de beneficiamento, apresentando, assim, substâncias nocivas em meio a esses processos, sendo umas delas metais pesados.

Além disso, o algodão “requer abundância de água em seu cultivo, além de necessitar fertilizantes e pesticidas nocivos à saúde humana e ao solo. Uma dessas substâncias, o DDT, era bastante utilizado nas plantações de algodão até o início dos anos de 1970”. (BAIRD, 2002, apud, MESACASA, 2012, p.207).

4. AUXILIARES DE TINGIMENTO

De acordo com Peruzzo (2003) os fixadores são substâncias utilizadas para a criação de uma ponte entre a molécula do corante e a fibra, com a finalidade de evitar a migração do corante do interior da fibra para o meio externo.

Este capítulo aborda a definição e a utilização dos agentes fixadores no tingimento de substratos têxteis.

4.1. Mordentes

Algumas classes de corantes podem ser aplicadas na fibra diretamente, como os diretos e reativos. Entretanto, os corantes naturais necessitam de auxiliares fixadores, durante o tingimento para obter uma cor aceitável para uso industrial.

Demasceno destaca que,

a tintura de fios ou tecidos tem início com a aplicação do mordente, que serve de fixador entre as fibras e o corante. Esse processo de fixação pode ser feito antes, durante ou após a tintura. Para tanto, é preciso ferver o tecido ou os fios num banho contendo mordente. Foram vários os produtos usados para esse fim no decorrer do tempo: cinzas vegetais, alúmen, tártaro, urina, ferrugem, vinagre. (DEMASCENO, et al, 2010, p. 4).

Os autores mencionam também que nem todos os vegetais demandam esse procedimento, entretanto, ressaltam que a natureza dos corantes e dos mordentes empregados influenciam diretamente no resultado da cor obtida.

Costa et al exprimem que,

o mordente pode ser aplicado previamente, antes do corante, ou pode ser aplicado em conjunto. Com o uso dos mordentes as cores obtidas com o tingimento podem ter variações em seu resultado final, mas seu uso é fundamental para garantir melhor uniformidade e maior durabilidade da cor no tecido. (COSTA et al, 2011, p. 5).

Os autores também afirmam que o uso dos mordentes na indústria de tinturaria é essencial, porque, quando é aplicado diretamente na fibra, o corante não apresenta a fixação desejada.

4.2. Tensoativos

Algumas substâncias são utilizadas a fim de otimizar o processo de tingimento, como os tensoativos, que “são substâncias que agem sobre a tensão superficial e são empregadas no beneficiamento têxtil, no qual regulam processos de umectação, purga, tingimento, estamparia e alguns de acabamento” (SALEM, 2010, p.47).

O autor ressalta também que,

Tensão superficial é o resultado da força de atração de moléculas de um líquido. Devido a tensão superficial dos líquidos, estes se comportam como se possuíssem sua superfície coberta por uma película invisível, que provoca uma resistência à penetração. (SALEM,2010, p. 47).

Conforme Salem (2010), produtos tensoativos são os detergentes, emulsionantes, solventes e umectantes, sendo que esses possuem propriedades que reduzem a tensão superficial entre a água e os óleos (gorduras contidas nos substratos têxteis crus), fazendo com que o substrato têxtil se molhe por capilaridade.

De acordo com Alcântara (1995, p. 327), “os umectantes têm função de homogeneizar e acelerar a hidrofiliabilidade do tecido evitando diferentes tempos de contato de regiões de fibras com a solução de corante, o que provocaria manchas”.

Contemplando esta ideia, Piccoli (2008), destaca que sabões, detergentes e umectantes são fundamentais na lavagem, na fervura, e na mercerização do beneficiamento têxtil.

De acordo com a Associação Brasileira de Químicos e Coloristas Têxteis “o termo detergência é peculiar aos processos de limpeza, envolvendo a remoção de sujidades de um substrato. Embora os processos de limpeza possam ser efetuados com vários solventes, a grande maioria deles é feita com água”. (ABQCT , 2005, p. 63).

Em resumo, Salem (2010, p. 53) diz que, “os detergentes têm propriedades de umectação, remoção e dispersão da sujeira e de emulgador de óleos e gorduras”. O autor ainda destaca que a ação dos detergentes é ampla e pode ser regulada conforme seu valor HBL.

5. TINGIMENTO TÊXTIL

5.1 Pré-alveijamento

Segundo MARTINS (1997), pré-alveijamento é o processo de branqueamento inicial da malha. Tem a função de limpeza das impurezas das mesmas, como retiradas de gorduras e outros componentes, ou compostos químicos. Esta etapa gira em torno de 1 hora e meia.

Um outro processo de limpeza da malha bastante usado é a purga, na qual os batedores giram por duas horas, para uma melhor retirada das gorduras, a fim de se obter um tecido basicamente isento de resíduos. É utilizada geralmente para tinturaria de cores escuras, pois estas exigem um tecido em condições adequadas para fixação dos corantes. O pré-alveijamento é um processo prévio para tintura do tecido.

O alveijamento químico ou descoloração das fibras celulósicas naturais pode ser feito mediante agentes de branqueio químico, classificados como redutores ou oxidantes. Os agentes oxidantes são os aplicados na prática para essa classe de fibras. Os agentes oxidantes utilizados no alveijamento químico são os seguintes:

Hipoclorito de sódio – NaClO

Peróxido de Hidrogênio (Água Oxigenada) - H₂O₂

Clorito de Sódio - NaClO₂

5.2 Processo de Tingimento

O tingimento têxtil consiste em uma modificação física ou química do substrato, de forma que a luz refletida provoque uma percepção de cor. Os produtos que causam esta modificação são os corantes (CHEREM, 2004).

Tingimento é o processo no qual são aplicados corantes ao material têxtil e é o processo de tingimento é uma das etapas determinantes do sucesso comercial dos produtos têxteis. Além da padronização da cor, o consumidor exige algumas características básicas do produto, como, elevado grau de solidez em relação à luz, lavagem e transpiração, tanto inicialmente quanto após uso prolongado. Para garantir essas propriedades, as substâncias que conferem coloração à fibra devem apresentar alta afinidade, uniformidade na coloração, resistência aos agentes desencadeadores do desbotamento e ainda serem economicamente viáveis.

Segundo Guaratini & Zanoni (2000, p. 71),

a fixação do corante à fibra é feita através de reações químicas, da simples insolubilização do corante ou de derivados gerados e ocorre usualmente em diferentes etapas durante a fase de montagem e fixação. Entretanto, todo processo de tintura envolve como operação final uma etapa de lavagem em banhos correntes para retirada do excesso de corante original ou corante hidrolisado não fixado à fibra nas etapas precedentes.

Durante o processo de tingimento três etapas são consideradas importantes: a montagem, a fixação e o tratamento final. A fixação do corante à fibra é feita através de reações químicas, da simples insolubilização do corante ou de derivados gerados e ocorre usualmente em diferentes etapas durante a fase de montagem e fixação. Entretanto, todo processo de tintura envolve como operação final uma etapa de lavagem em banhos correntes para retirada do excesso de corante original ou corante hidrolisado não fixado à fibra nas etapas precedentes (GUARATINI & ZANONI, 2000).

5.3 Beneficiamento do Algodão

De acordo com BEZERRA (2014, p.1) “o beneficiamento têxtil é o conjunto de processos aplicados aos materiais têxteis, objetivando transformá-los a partir do estado cru em artigos brancos tintos, estampados e acabados”. Em resumo, este processo visa de uma forma geral aprimorar as características físico-químicas do substrato têxtil, como características visuais, táteis e estruturais.

Machado et al (2006) afirmam que

no beneficiamento do algodão, por exemplo, a geração de efluentes e a não reutilização dos banhos de processamento ocasiona um descarte de, no mínimo, 35 litros de efluente para cada quilograma de substrato tratado. Esse efluente é composto por diversos contaminantes tais como dispersantes, tensoativos, silicatos e fixadores, dentre outros [...]. (MACHADO et al. , 2006) apud ROSA (2010, p. 14).

Bezerra (2014) afirma que o beneficiamento têxtil pode se dar em três momentos, sendo eles o beneficiamento primário, secundário e terciário. O beneficiamento primário trata do 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.

Para Juliano (2014) o beneficiamento secundário é a coloração que pode ser total (Tingimento) ou parcial (Estamparia). Enquanto o beneficiamento terciário compreende a operação que modifica para melhor, as características físico-químicas do substrato após o tingimento e/ou estamparia.

6. SOLIDEZ E ESPECTROFOTOMETRIA

O tingimento têxtil é, de acordo com Valente (2011, p. 5) “uma técnica de aplicação com permanência, ou seja, a cor não deve ser facilmente removida pelas condições de uso ou climáticas. Todavia, não existe nenhum corante que possa garantir total solidez, sem qualquer alteração, sob todas as situações”, e como já mencionado, algumas substâncias são utilizadas a fim de otimizar o processo de tingimento.

Um importante aspecto para verificar se o tingimento têxtil atinge qualidade e parâmetros adequados são os testes de controle de qualidade química, como o de solidez. Salem (2010, p. 88) discorre que “solidez da cor é o grau de tolerância do tingimento, branqueamento ótico ou estampagem contra diversas formas de influência a que são expostos os substratos têxteis durante o processo de beneficiamento ou o uso”.

Ainda segundo a ideia do autor, a solidez à cor nos tingimentos têxteis pode ser classificada em: solidez ao uso e solidez ao processo. A solidez ao uso é realizada com testes prévios e também posteriores ao tingimento, principalmente quando há severas exigências dos clientes.

Solidez ao processo é quando, após o tingimento ou estamparia, os artigos têxteis passam por procedimentos consecutivos, sendo importante que durante esses processos as cores dos substratos não sejam alteradas.

Diversos países tem suas normas ditadas por associações locais, como a Associação Suíça de Normas (SNV), Associação Americana de Técnicos, Químicos e Coloristas Têxteis (AATCC), Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Entretanto, com a globalização da economia, cada vez mais prevalecem as normas ISO (Organização Internacional para Estandarização) (SALEM, 2010, p. 89).

“Os testes de caráter químico são realizados em artigos têxteis tintos ou estampados” (PICCOLI, 2010, p. 14), sendo que fazem parte dos testes de controle de qualidade química, a solidez da cor à lavagem doméstica, à água, à água clorada (água de piscina), à água do mar, à fricção à seco e à úmido, ao suor ácido e ao suor alcalino, entre outros. “Os testes de caráter físico são realizados em artigos têxteis em cru, purgados, alvejados, tintos ou estampados”. (PICCOLI, 2010, p.14-15).

Salem (2010) também destaca que a avaliação da solidez das cores, é realizada com testes conforme as normas, onde são estabelecidas notas de solidez. Para isso, normalmente as cores são avaliadas visualmente, fazendo uso somente de uma cabine de luz. Porém, com o aumento de exigências dos consumidores, é necessário empregar técnicas mais avançadas e precisas, surgindo a utilização de instrumentos de medição da cor, que a cada dia ganham mais importância na indústria. (OLIVEIRA,2009).

Segundo DBD.PUC-RIO (2009) *apud* OLIVEIRA (2009), principalmente para se evitar as deficiências no campo da subjetividade natural do avaliador visual, a falta de rastreabilidade e a ausência de definições claras quanto a tolerância, que pode ser supridas pela medição instrumental da cor como uma ferramenta de auxílio a decisão.

Então, é feito o uso do espectrofotômetro, equipamento cuja função é medir a transmitância e refletância de uma superfície ou amostra em função do comprimento da onda.

Há diversos tipos de espectrofotômetros, com diversos tamanhos e formatos, porém, todos com a mesma funcionalidade. DBD.PUC-RIO (2009) *apud* OLIVEIRA (2009, p.64) determina ela como um feixe de luz policromática e difusa, inicialmente, ilumina a amostra. Essa luz refletida passa pelo prisma, grade ou outro dispositivo apropriado, e sofre uma difração, e os componentes monocromáticos chegam aos detectores espectrais, cada um no lugar correspondente ao seu comprimento de onda. Cada um dos detectores manda um sinal correspondente a energia relativa recebida naquele comprimento de onda e finalmente o fator de refletância, em porcentagem, fica registrado.

De forma semelhante, Mendes (2014, p. 1) compreende que a “espectrofotometria — medida de absorção ou transmissão de luz — é uma das mais valiosas técnicas analíticas amplamente utilizadas em laboratórios de área básica, bem como em análises clínicas”. Além disso, “por meio da espectrofotometria, componentes desconhecidos de uma solução podem ser identificados por seus espectros característicos ao ultravioleta, visível, ou infravermelho”.

7. TRATAMENTO DE EFLUENTES

Ao olhar superficial, os efluentes têxteis podem ser facilmente caracterizados por sua coloração. Mas para caracterizar atos poluentes Giordano (2007, p.5) diz que,

a poluição hídrica pode ser definida como qualquer alteração física, química ou biológica da qualidade de um corpo hídrico, capaz de ultrapassar os padrões estabelecidos para a classe, conforme o seu uso preponderante. Considera-se a ação dos agentes: físicos materiais (sólidos em suspensão) ou formas de energia (calorífica e radiações); químicos (substâncias dissolvidas ou com potencial solubilização); biológicos (microrganismos).

Assim sendo, os corantes em conjunto com os mordentes e outras substâncias serão utilizados no processo para posterior análise, e esse conjunto produz efluentes que necessitam de tratamento. Segundo fichas de informações de segurança de produtos químicos (FISPQ Veronese, 2011) os mordentes utilizados não possuem características bioacumulativas. Isso quer dizer, os seres vivos do meio não terão capacidade de absorver estas substâncias.

Segundo Coelho (1996) os processos de limpeza, tingimento e acabamento na indústria têxtil dão origem a grandes quantidades de efluentes. O tratamento desses efluentes, e recuperação de produtos químicos e subprodutos são desafios enfrentados pela indústria, que visam reduzir seus custos e cuidar do meio ambiente e tratar seus efluentes.

A escolha de um produto inicial e sua técnica de utilização são importantes em uma indústria em uma indústria, pois tal ato poderá definir a eficiência do processo e tratamento adequado dos efluentes. Segundo Giordano,

a poluição origina-se devido a perdas de energia, produtos e matérias primas, ou seja, devido à ineficiência dos processos industriais. O ponto fundamental é compatibilizar a produção industrial com a conservação do meio ambiente que nos cerca. Somente a utilização de técnica de controle não é suficiente, mas é importante a busca incessante da eficiência industrial, sem a qual a indústria torna-se obsoleta e é fechada pelo próprio mercado. A eficiência industrial é o primeiro passo para a eficiência ambiental. (GIORDANO, 2007, p.6).

Como ainda explica Giordano, os sistemas de tratamento de efluentes são baseados na transformação dos poluentes dissolvidos e em suspensão em gases inertes e ou sólidos sedimentáveis para a posterior separação das fases sólida/líquida. Sendo assim se não houver a formação de gases inertes ou lodo estável, não podemos considerar que houve tratamento. A Lei de Lavoisier, sobre a conservação da matéria é perfeitamente aplicável, observando-se apenas que ao remover as substâncias ou materiais dissolvidos e em suspensão na água estes sejam transformados em materiais estáveis ambientalmente. A poluição não deve ser transferida de forma e lugar. É necessário conhecer o princípio de funcionamento de cada operação unitária utilizada bem como a ordem de associação dessas operações que definem os processos de tratamento.

Em suas pesquisas, Peixoto *et al* (2013) mostra que os corantes têxteis causam especial impacto no meio ambiente principalmente por serem de difícil degradação. Vários processos tem sido estudados a fim de que se consiga realizar um tratamento realmente efetivo em remoção de corantes de efluentes têxteis. O tratamento microbiológico de efluentes, especialmente por espécies fúngicas tem ganhado espaço, por estes organismos serem bastante versáteis, tratarem uma grande variedade de tipos de corantes e apresentarem diferentes mecanismos de remoção de cor. Portanto os fungos apresentam-se bastante atrativos e demonstram serem os organismos mais adequados em relação a tratamento de efluentes têxteis.

Os corantes naturais, em relação aos corantes sintéticos apresentam uma grande vantagem no tratamento de efluentes, o que segundo Rossi (2008) representa um grande problema para a na indústria têxtil. Tradicionalmente, a etapa industrial de tingimento, é uma das que mais utiliza a água em seu processo produtivo, o que gera uma grande quantidade de efluentes, que têm como destino os rios. Cerca de 90 % do consumo de água de toda indústria têxtil se dá no processo de tinturaria. De tal forma, um grande volume de efluentes é despejado nos rios causando grandes danos ao ambiente. Para Rossi uma área promissora para o tratamento desses efluentes tem sido a dos métodos de biodegradação. No entanto, os corantes sintéticos não são degradados pelos microorganismos, aumentando ainda mais o interesse sobre os corantes naturais, posto que estes sejam facilmente tratados por métodos de biodegradação.

8. MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta pesquisa estudou-se a aplicação de diferentes mordentes em diversos processos no tingimento têxtil com corante natural de Urucum em substratos de algodão. Com o objetivo de determinar a solidez e identificar o melhor momento de aplicação desses fixadores. A pesquisa foi realizada em diferentes etapas: o pré-alveamento de amostras têxteis de algodão cru; o tingimento com corante natural de Urucum com mordentagem prévia, simultânea e posterior; os testes de solidez da cor, sob efeito da lavagem e da fricção à seco e à úmido e as leituras em espectrofotômetro.

Os procedimentos e materiais utilizados nos experimentos estão descritos a seguir. Os procedimentos foram realizados no Laboratório Têxtil e no Laboratório de Controle de Qualidade do IFSC – campus Jaraguá do Sul.

A receita utilizada nos tingimentos foi obtida de um estudo similar a esse, com utilização de corante natural de Urucum e aplicação de mordentes. Desses, foram repetidas a temperatura e tempo de processo, porém, com a variação de alguns desses parâmetros, a fim de identificar o melhor processo.

Os processos de pré-alveamento, tingimento, testes de solidez e análises em espectrofotômetro estão detalhados nos apêndices desse trabalho.

8.1 Materiais, Reagentes e Equipamentos

Foram utilizadas amostras têxteis 100% algodão de 10 g, corante de Urucum em pó e os mordentes, Ácido Tânico, Sulfato de Amônio Alumínio e Sulfato Ferroso Amoniacal, da empresa Dinâmica.

Os processos de tingimento foram realizados em um Equipamento de Tingimento Infravermelho Mod. IVA Travel da MetalWorking, com 8 canecos de 130 ml. Além do tingimento, este equipamento foi utilizado para realizar os testes de solidez à lavagem das amostras. As amostras foram secas com a utilização de uma Estufa de Secagem SL 102 da SOLAB. Para a realização dos testes de solidez de cor à fricção e à úmido, foi utilizado um Crockmeter Motorizado da Maqtest. Para a realização das leituras de amostras tintas foi utilizado o Espectrofotômetro UltraScan VIS da HunterLab. Esses equipamentos estão apresentados na FIGURA 7.



Figura 7 – Equipamentos utilizados nos procedimentos laboratoriais.

FONTE: Elaborada pelo grupo.

8.2 Pré-alveamento

Inicialmente foi feito o pré-alveamento de substratos têxteis, como forma de preparação do tecido para o tingimento. O procedimento tinha o objetivo de remover as impurezas e alvejar a fibra têxtil, tornando-a hidrofílica. A relação do banho (substrato/solução) utilizada é de 1:30. Foram utilizadas três amostras têxteis 100% de algodão cru de 10 g. O experimento foi realizado no Laboratório Têxtil do IFSC.

O solvente e os reagentes utilizados no processo foram: água destilada; detergente; soda cáustica NaOH; peróxido de hidrogênio H_2O_2 ; ácido cítrico. Assim os reagentes, o solvente e os substratos foram adicionados ao banho, contidos em béqueres.

Assim, foi iniciado o pré-alveamento das amostras têxteis. Inicialmente, ao banho foram adicionados 300 ml de água destilada e 0,3 ml de dispersante (detergente umectante) e o substrato no tempo A. Os béqueres, com a solução de banho e o substrato, foram posicionados sobre chapas de aquecimento. Após cinco minutos, foi adicionado ao banho 1,2 ml de solução aquosa de soda cáustica (NaOH) no tempo B e a temperatura foi elevada. Transcorridos mais cinco minutos, foi adicionado o peróxido de hidrogênio (H_2O_2), à solução no tempo C. A temperatura foi constantemente controlada, até atingir $80^\circ C$. Quando atingida, esta foi mantida por 40 minutos. Depois de 40 minutos a $80^\circ C$, a temperatura foi elevada a $98^\circ C$ onde foi mantida por 10 minutos. Feito isso, a solução foi resfriada a aproximadamente $60^\circ C$, e as amostras foram retiradas dos béqueres no tempo D para serem enxaguadas. Após o pré-alveamento, as amostras lavadas em água corrente e secas à temperatura ambiente.

Após o pré-alveamento a amostra deveria ter o pH ácido. Para isso, a amostra foi adicionada em um béquer contendo um banho de, 0,6 ml de ácido cítrico e 300 ml água

destilada, no tempo E. Para verificar a acidez do substrato foi pingado uma gota de azul de bromotimol. O processo de pré-alvejamento descrito está apresentado a seguir na FIGURA 8.

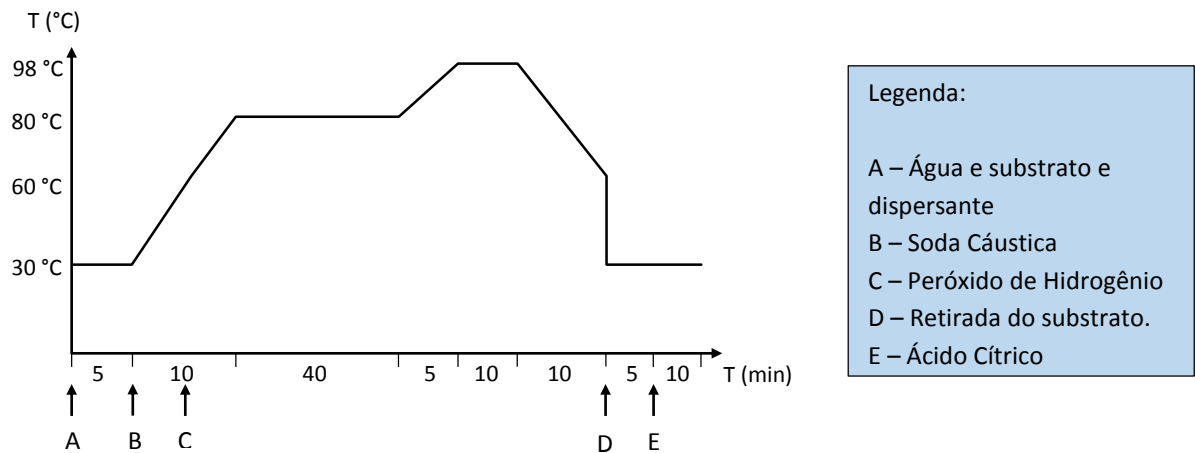


FIGURA 8 – Gráfico de processo do pré-alvejamento.

FONTE: Elaborada pelo grupo.

8.3 Ensaios de Tingimento

Os ensaios de tingimento ocorram em quatro etapas, sendo a primeira sem o uso de mordentes (branca) as outras três com aplicação prévia, simultânea e posterior dos mordentes Ácido Tânico, Sulfato de Amônio Alumínio e Sulfato Ferroso Amoniacoal. Dada a inviabilidade da realização do tingimento com amostras pré-alvejadas pelo grupo, foram utilizados substratos pré-alvejados disponíveis no Instituto. Optou-se por essa alternativa pelo tempo necessário para o processo de pré-alvejamento, já que esse se deu em pequena escala.

Todos os tingimentos foram realizados em duplicata, o que se justifica pela restrição do equipamento, que comporta apenas recipientes suficientes para essa quantidade de amostras tingidas e pela quantidade limitada de corante disponível para a pesquisa. Além disso, o equipamento garante uma igualização do processo, o que torna viável a análise dos resultados dos testes de tingimentos em duplicata. Esses tingimentos foram realizados em uma Máquina de Tingimento por Infravermelho, onde a amostra têxtil e a solução do tingimento foram colocadas em recipientes chamados canecos, dentro do equipamento.

O primeiro tingimento foi feito em duplicata sem uso de mordentes nos tempos de 15 minutos e 30 minutos, resultando em quatro amostras tintas. As amostras provenientes desse processo serão chamadas brancas, indicando a ausência de mordente. O tingimento foi realizado com presença dos componentes do banho apresentados abaixo, no QUADRO 1, que foram adicionados aos canecos.

QUADRO 1 – Componentes do banho de tingimento com corante natural de Urucum sem mordentagem.

| | Água (79 ml) | Sal (4 g) | Detergente (1 ml) | Corante |
|----------|--------------|-----------|-------------------|---------|
| Caneco 1 | X | X | X | X |
| Caneco 2 | X | X | X | X |
| Caneco 3 | X | X | X | X |
| Caneco 4 | X | X | X | X |

FONTE: Elaborado pelo grupo.

Os parâmetros de tingimento para esse processo estão ilustrados na FIGURA 9, apresentada a seguir. Os canecos, contendo a solução de banho, foram fechados e inseridos na máquina, programada para que elevasse a temperatura a 60 °C. Atingida a temperatura, deixou-se que o tingimento fosse processado por 15 minutos, tempo que duas das amostras foram retiradas, deixando as outras duas por mais 15 minutos, resultando para essas, 30 minutos de tingimento.

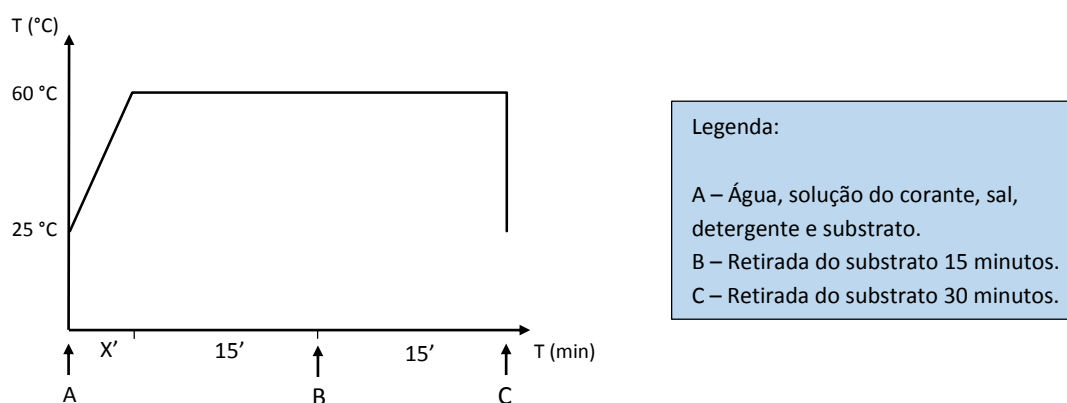


FIGURA 9 – Gráfico do Tingimento sem Mordentagem.

FONTE: Elaborado pelo grupo.

Ao fim do processo, as amostras foram retiradas da máquina e dos canecos, lavadas em água corrente e em seguida secadas em estufa por cerca de uma hora, à 60 °C.

Realizado o processo de tingimento sem mordentagem, foram seguidos os tingimentos com a aplicação desses fixadores, sendo que essa aconteceu de forma prévia, simultânea a posterior aos tingimentos.

Para o controle dos tingimentos, todos os processos com mordentagem foram acompanhados de dois canecos com componentes para o tingimento de amostras brancas, apenas com o banho contendo solução de corante, detergente, sal e água.

Assim como o tingimento das amostras brancas, todos os tingimentos com mordentagem foram realizados em duplicata, com a relação dos componentes do banho disponível no QUADRO 2.

QUADRO 2 – Componentes do banho de tingimento com corante natural de Urucum com mordentagem prévia, simultânea e superior.

| | Água (79 ml) | Sal (4 g) | Corante (20 ml) | Detergente (1 ml) | Ácido Tânico (0,3g) | Sulfato Amônio Alumínio (0,4g) | Sulfato Ferroso Amoniacal (0,3g) |
|----------|--------------|-----------|-----------------|-------------------|---------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Caneco 1 | X | X | X | X | | | |
| Caneco 2 | X | X | X | X | | | |
| Caneco 3 | X | X | X | X | X | | |
| Caneco 4 | X | X | X | X | X | | |
| Caneco 5 | X | X | X | X | | X | |
| Caneco 6 | X | X | X | X | | X | |
| Caneco 7 | X | X | X | X | | | X |
| Caneco 8 | X | X | X | X | | | X |

FONTE: Elaborado pelo grupo.

A figura a seguir mostra os componentes de banho do tingimento com mordentagem prévia.



FIGURA 10 – Componentes de banho do tingimento.

FONTE: Elaborada pelo grupo.

Os procedimentos com mordentagem foram realizados de forma similar, com exceção do método de aplicação dos mordentes e o tempo do processo para alguns ensaios. Para o tingimento com mordentagem prévia, os canecos, contendo a solução de mordente, conforme QUADRO 2, foram inseridos na máquina, programada para que elevasse a temperatura a 90 °C. Atingida a temperatura, deixou-se que o tingimento fosse processado por 60 minutos. Em seguida, a solução de mordente foi descartada, sendo adicionadas aos canecos as soluções do banho de tingimento que se processou por 15 minutos, a 60 °C. Os parâmetros do tingimento com mordentagem prévia estão apresentados na FIGURA 11, a seguir.

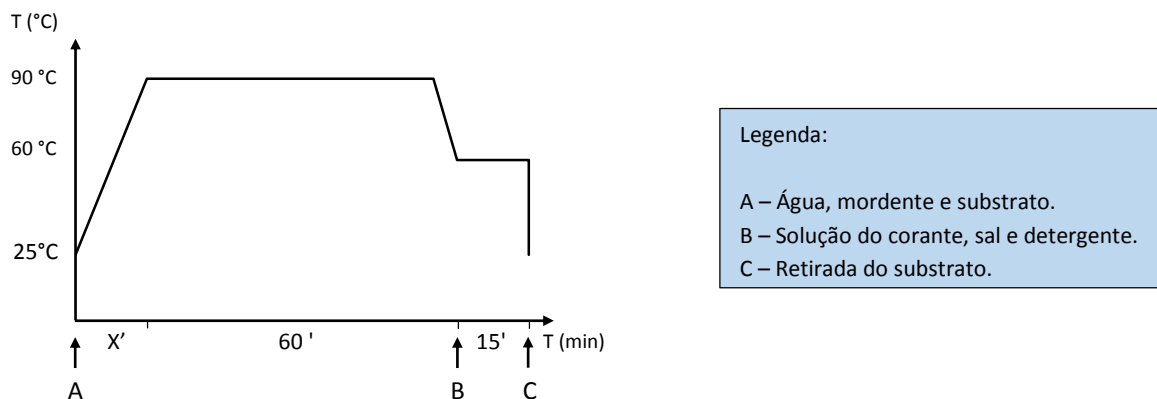


FIGURA 11 - Gráfico do Tingimento com Mordentagem Prévia.

FONTE: Elaborada pelo grupo.

O tingimento com mordentagem simultânea foi realizado levando à máquina de tingimento os canecos contendo a solução do banho, contendo os mordente, conforme QUADRO 2. Esse tingimento foi processado a temperatura de 60 °C, durante 60 minutos. Os parâmetros do tingimento com mordentagem simultânea estão apresentados na FIGURA 12, a seguir.

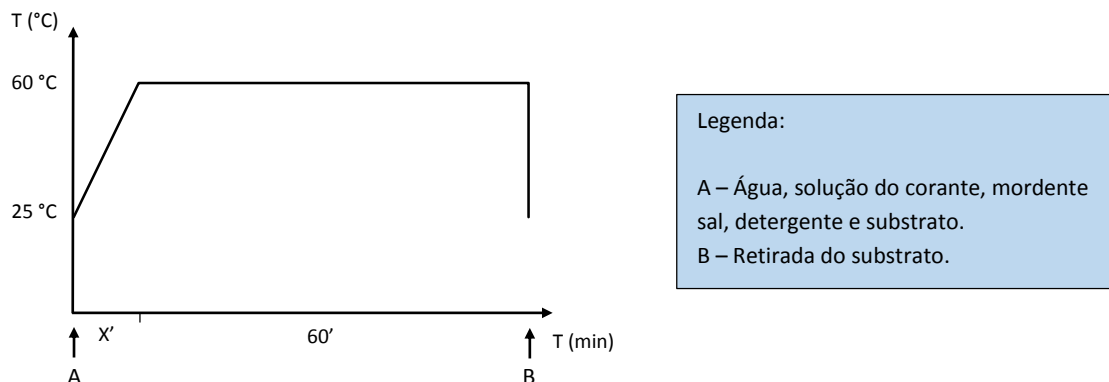


FIGURA 12 – Gráfico do Tingimento com Mordentagem Simultânea.

FONTE: Elaborada pelo grupo.

Para o tingimento com mordentagem posterior, os canecos, contendo a solução do banho, conforme QUADRO 1, foram inseridos na máquina, programada para que elevasse a temperatura a 60 °C. Atingida a temperatura, deixou-se que o tingimento fosse processado por 15 minutos. Em seguida, ao banho foram adicionadas as soluções de mordente. Essa etapa se processou por 60 minutos, a 90 °C. Os parâmetros do tingimento com mordentagem posterior estão apresentados na FIGURA 13, a seguir.

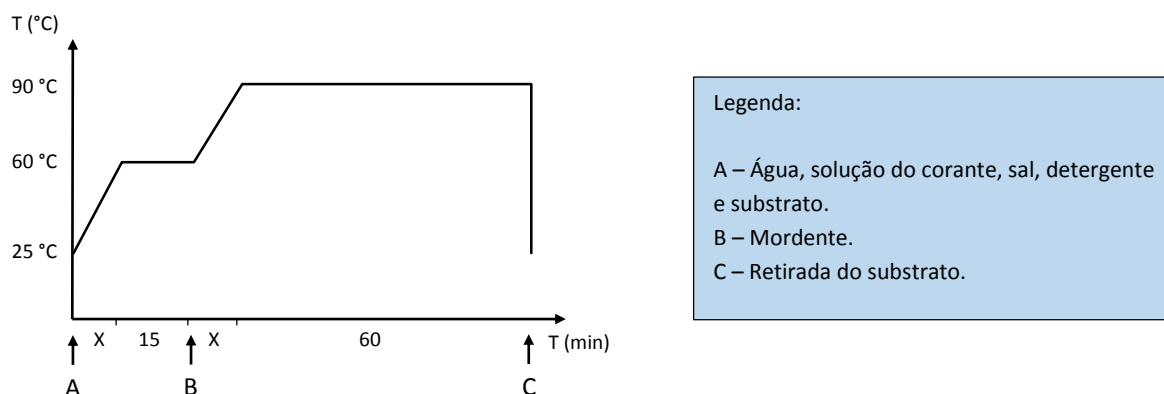


FIGURA 13 – Gráfico do Tingimento com Mordentagem Posterior.

FONTE: Elaborada pelo grupo.

Ao final de cada processo de tingimento com mordentagem, assim como no tingimento das amostras brancas, as amostras tingidas foram lavadas em água corrente e em seguida secadas em estufa por cerca de 60 minutos, a 60 °C.

8.4 Testes de solidez

Como proposto nos objetivos do trabalho, todas as amostras tingidas foram submetidas a testes de solidez da cor, sob efeito da lavagem, fricção a seco e fricção a úmido. Esses testes também foram realizados no Laboratório de Controle de Qualidade do IFSC-campus Jaraguá do Sul. As normas utilizadas para esses processos, foram:

- NBR ISO 105-X16: Têxteis – Ensaio de solidez da cor – Parte X16: Solidez da cor à fricção – Pequenas Áreas.
- NBR ISO 105-C06 Têxteis - Ensaio de solidez da cor - Parte C06: Solidez da cor à lavagem doméstica e comercial.

Os testes de solidez de fricção seco e úmido, realizados na máquina Crockmeter da Maqtest. Os corpos de prova das amostras foram fixados na base do equipamento e o tecido-

testemunha (5X5 cm) de algodão alvejado foi fixado sob a haste de metal vertical. O teste foi executado em 10 ciclos (ida e volta) da haste, e a velocidade de 1 ciclo/ seg. Esses se deram basicamente da mesma forma, a única diferença entre esses foi que no teste a úmido foi pingada uma gota d'água no tecido-testemunha.

Os testes ocorreram por processos, ou seja, as 8 amostras tingidas com mordentagem prévia foram submetidas aos testes juntas, em seguida as 8 amostras tingidas com aplicação simultânea e por fim as 8 amostras tingidas com mordentagem posterior.

A solidez à lavagem foi testada com a realização do procedimento no Equipamento de Tingimento Infravermelho Mod. IVA da MetalWorking. As amostras têxteis utilizadas foram provenientes dos tingimentos realizados, sendo que essas foram costuradas aos tecidos-testemunha (algodão pré-alvejado). A solução de banho foi preparada com 4 ml de detergente e 1000 ml de água destilada. Aos canecos, foram adicionados 50 ml dessa solução e as amostras têxteis, cujo os recipientes foram fechados e levados ao equipamento para a realização da lavagem, durante 30 minutos. Ao fim do processo as amostras foram enxaguadas e secas durante uma hora à temperatura de 45°C.

8.5 Leituras em Espectrofotômetro.

A fim de determinar a solidez das amostras tintas, identificar o melhor processo e o melhor mordente, foram realizadas leituras em espectrofotômetro. A partir dessas leituras, seguindo especificações do fabricante, as amostras de substrato 100% algodão pré-alvejadas e tingidas receberam uma nota, em escala de um a cinco. Essa escala representa:

- 1 – Muita alteração
- 2.- Alteração moderada
- 3 – Pouca alteração
- 4 – Muito pouca alteração
- 5 – Nenhuma alteração.

A análise dessas notas permitiu avaliar a solidez das amostras, e conseqüentemente a eficiência do tingimento têxtil com corante natural de Urucum sob a influência dos mordentes Sulfato de Amônio Alumínio, Sulfato Ferroso Amoniacal e Ácido Tânico, aplicados a partir de três procedimentos distintos. O equipamento utilizado foi um Espectrofotômetro UltraScan VIS da HunterLab.

As leituras ocorreram de diferentes modos. Para os testes de solidez da fricção à seco e à úmido, as leituras ocorreram nos tecidos-testemunhas usando a escala de transferência de cor. Para as amostras provenientes dos testes de solidez à lavagem, foram realizadas leituras de transferência de cor e grau de desbotamento cor tanto no corpo de prova como no tecido testemunha, onde foi usada a escala colorífica.

Os testes constituíam-se em acoplar o tecido em meio a cavidade onde incidiria a luz, e prendê-lo através de um tensor que o pressiona contra esta cavidade. A seguir, era iniciada a operação através do software, que realizava automaticamente as medições, calculando as médias.

9. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo serão descritos os resultados da etapa experimental executada para essa pesquisa, tal como análises do pré-alveamento de substratos têxteis, dos processos de tingimento com corante natural de Urucum, efetivados com diferentes procedimentos, e testes de solidez das amostras tintas. Os relatórios desses processos podem ser encontrado nos apêndices desse trabalho.

9.1 Análise do pré-alveamento

Neste capítulo serão descritos os resultados da etapa experimental executada para essa pesquisa, tal como análises do pré-alveamento de substratos têxteis, dos processos de tingimento com corante natural de urucum, efetivados com diferentes procedimentos, e testes de solidez das amostras tintas. Os relatórios desses processos podem ser encontrado nos apêndices desse trabalho.



FIGURA 14 – Substratos de algodão antes e depois do pré-alveamento.

FONTE: Figura capturada pelo grupo.

9.2 Avaliação da cor do tingimento e dos testes de solidez

Os procedimento experimentais foram realizados conforme descrito nos Materiais e Métodos. Desses, obtiveram-se as amostras tingidas dispostas na FIGURA 15, apresentada a seguir.

| Processo | Mordente | Tecido | Solidez Lavagem (Transferência de cor) | Solidez Lavagem (Grau de Desbotamento) | Solidez Fricção à Seco | Solidez Fricção à Úmido |
|------------|---------------------------|--------|--|--|------------------------|-------------------------|
| Prévia | Sem Mordente | | | | | |
| | Ácido Tânico | | | | | |
| | Sulfato Amônio Alumínio | | | | | |
| | Sulfato Ferroso Amoniacal | | | | | |
| Simultânea | Sem Mordente | | | | | |
| | Ácido Tânico | | | | | |
| | Sulfato Amônio Alumínio | | | | | |
| | Sulfato Ferroso Amoniacal | | | | | |
| Posterior | Sem Mordente | | | | | |
| | Ácido Tânico | | | | | |
| | Sulfato Amônio Alumínio | | | | | |
| | Sulfato Ferroso Amoniacal | | | | | |

FIGURA 15 – Corpos de prova para os tingimentos e testes de solidez.

FONTE: Elaborada pelo grupo.

Visualmente, foi possível notar que no primeiro tingimento (sem mordente), as amostras não apresentaram manchas visíveis, que pode ser explicado pela ausência do mordente, pois sem esse componente no banho o corante tem maior “liberdade” para percorrer o substrato e se ligar à fibra de maneira uniforme ao longo do tingimento.

No tingimento com aplicação prévia do mordente, foi percebido que essa substância alterou a cor dos substratos, como mostra a FIGURA 16, apresentada logo a seguir, pois ao fim dos 60 minutos de mordentagem, cada mordente conferiu uma cor diferente às amostras.

Além disso, após a aplicação do corante, foram evidenciadas manchas no tecido, pois de forma contrária ao branco, o mordente não possibilita a dispersão do corante na fibra de maneira uniforme, pois essas substâncias realizam rapidamente a ligação fibra-mordente-corante, sem que o corante se iguale na fibra e confira uniformidade na cor do tecido. Assim, foi notada a diferença de cor entre as amostras tingidas com diferentes mordentes e de todas essas em relação às amostras brancas que acompanharam esse processo.



FIGURA 16 – Alteração de cor dos tecidos pelos mordentes.

FONTE: Imagem capturada pelo grupo.

Essa ocorrência se deve a superfície que o mordente ocupa na ligação com a fibra, restando pouco ao corante, predominando a cor do mordente.

As amostras submetidas à mordentagem simultânea apresentaram menor mudança na cor das amostras tingidas com diferentes mordentes. Ainda assim, desse resultado, foi visto que o mordente foi mais rápido na reação com a fibra, se ligando a ela antes que o corante, deixando para ele uma superfície reduzida para a reação, por isso a cor que predomina é a do mordente, o que pode ser averiguado nas amostras tingidas com Ácido Tânico, que apresentaram coloração amarronzada, enquanto o corante de urucum apresenta-se alaranjado.

Porém, nesse processo a mudança de cor foi menor, pois corante e mordente tiveram acesso à fibra ao mesmo tempo e por isso também as amostras desse tingimento tiveram melhor igualização da cor, que as de mordentagem prévia.

Assim como nos dois processos anteriores, nas amostras submetidas à mordentagem posterior foi observada a alteração da cor dos substratos, devido a ação dos mordentes. Entretanto, nesse processo, essa alteração foi menor que na dos demais métodos.

Para esse método de mordentagem, o mordente entra no processo só depois que as ligações entre corante e fibra já foram realizadas, o que acarreta na menor mudança de cor entre as amostras tingidas com diferentes mordentes em relação aos outros dois métodos de aplicação do mordente, pois essa substância reage menos com a fibra.

Analisando as amostras de modo geral, as pré-mordentadas foram as que mais apresentaram manchas, o que, industrialmente, é inconveniente. Sendo assim, a discussão sobre esse método não será feita de modo amplo.

Aquelas tingidas com o método de mordentagem posterior ao tingimento apresentaram menos mudança de cor entre os diferentes mordentes e em relação às amostras brancas. Isto é, todas as amostras desse método permaneceram com a cor semelhante, sendo entre os mordentes ou as amostras brancas, pois antes de receber os mordentes o tingimento já havia sido processado. Foi observado também que as amostras tingidas com mordentagem posterior apresentaram a melhor igualização, enquanto as de mordentagem prévia a pior.

Assim, pode-se levantar vantagens para métodos de aplicação dos mordentes que serão discutidos quanto a sua aparência. A mordentagem simultânea destaca-se por requerer menos tempo no processo de tingimento têxtil. Já a mordentagem posterior, apesar de requer mais 15 minutos no processo, tem a vantagem de originar amostras com menor diferença de cor. Dessa forma, cada uma atende à um requisito, que deve ser explorado de acordo com a necessidade do fabricante.

9.3 Determinação da Solidez

Desconsiderando a mudança de cor ocasionada pelo mordente, as amostras tintas nos processos anteriores foram submetidas a testes de solidez, à fim de descobrir qual deles apresenta a melhor fixação quando submetidos à lavagem, fricção a seco e a úmido. A média dos resultados das duplicatas desses testes estão dispostos no QUADRO 3, apresentado a seguir.

QUADRO 3 – Determinação da solidez dos tingimentos, sob efeito da lavagem, da fricção à seco e à úmido através de leituras em espectrofotômetro.

| Processo | Mordente | Solidez Lavagem (Transferência de cor) | Solidez Lavagem (Grau de Desbotamento) | Solidez Fricção à Seco | Solidez Fricção à Úmido |
|------------|---------------------------|--|--|------------------------|-------------------------|
| Prévia | Sem Mordente | 3,50 | 2,50 | 5,00 | 4,50 |
| | Ácido Tânico | 2,50 | 3,50 | 4,25 | 3,00 |
| | Sulfato Amônio Alumínio | 3,50 | 1,75 | 4,50 | 3,25 |
| | Sulfato Ferroso Amoniacal | 3,50 | 1,25 | 4,75 | 3,25 |
| Simultânea | Sem Mordente | 2,50 | 2,00 | 5,00 | 4,75 |
| | Ácido Tânico | 2,75 | 2,00 | 5,00 | 4,00 |
| | Sulfato Amônio Alumínio | 2,75 | 1,75 | 5,00 | 4,75 |
| | Sulfato Ferroso Amoniacal | 2,75 | 2,00 | 4,75 | 4,50 |
| Posterior | Sem Mordente | 3,00 | 2,75 | 5,00 | 4,50 |
| | Ácido Tânico | 2,75 | 1,50 | 4,50 | 4,00 |
| | Sulfato Amônio Alumínio | 3,25 | 1,50 | 5,00 | 4,50 |
| | Sulfato Ferroso Amoniacal | 3,50 | 2,50 | 5,00 | 5,00 |

Para os tingimentos realizados com o corante natural de Urucum, aliado aos mordentes, os resultados dos testes de solidez das amostras tintas apresentaram-se bastante variados, estando essa variação sujeita ao método de aplicação do mordente, ao próprio mordente e conforme o teste realizado.

Dos testes de solidez à lavagem, quanto à transferência a cor, os resultados menos satisfatórios foram os referentes à mordentagem simultânea, e dessa, a amostra sem mordente apresentou as menores notas, enquanto as demais variaram de muita alteração à alteração moderada, conforme a escala. Quanto ao grau de desbotamento, os valores, em geral apresentaram-se muito baixos, dificultando a análise para definir qual método de mordentagem é o melhor, entretanto, nenhum deles apresentou um valor aceitável industrialmente.

Quanto aos testes de solidez à fricção a seco, apresentaram os melhores resultados as amostras com mordentagem simultânea, porém, os resultados dos três métodos de aplicação do mordente apresentaram resultados considerados muito bons ou excelentes, com muito pouca transferência ou nenhuma transferência de cor, conforme a escala. Da fricção a úmido, os piores resultados foram os da mordentagem prévia, porém, inclusive esses são industrialmente satisfatórios, assim como todos os resultados de solidez a fricção a seco.

Assim, tendo como referência os testes de solidez, os resultados dos testes de fricção, tanto a seco quanto a úmido, foram para esse estudo melhores que os de lavagem, estando dentro da faixa aceita industrialmente.

Da análise direcionada aos mordentes, o ácido tânico apresentou melhor resultado na aplicação simultânea, onde sua nota de fricção a seco foi 5 e fricção a úmido foi 4. Porém, nos testes de lavagem apresentou nota mais baixa, de 2,75, demonstrando sua deficiência num produto quando lavado, gerando um produto com coloração forte (marrom), boa fixação, com resistência a fricção, entretanto que pode perder parcialmente a cor na lavagem, mostrando-se um pouco mais claro, como mostra a FIGURA 15.

O mordente Sulfato de Amônio Alumínio demonstrou melhor qualidade nos processos simultâneo e posterior. Em ambas sua nota de fricção à seco é máxima, porém, apresenta diferentes qualidades de tingimento, já que, na aplicação posterior a nota de lavagem é superior a aplicação simultânea no caso da transferência de cor, mas o oposto para o grau de desbotamento. Entretanto, na aplicação simultânea, a nota de fricção a úmido é superior à nota da aplicação posterior. Foi obtida assim uma escolha à necessidade, onde recomenda-se a utilização de mordentagem simultânea de sulfato alumínio quando se necessita de um produto mais resistente a fricção úmida, obtendo-se um produto de cor mais clara. E mordentagem posterior quando necessita-se de um produto mais resistente a lavagem convencional, obtendo-

se um produto de cor bem mais intensa do que no outro processo, como se pode observar na FIGURA 15.

O mordente Sulfato Ferroso Amoniacal apresenta melhor resultado quando aplicado posteriormente, tendo nota máxima nos testes de fricção a úmido e à seco. Entretanto, sua nota de solidez à lavagem não demonstra o mesmo desempenho, sendo de 3,5. Apresentando um produto no tom alaranjado, com excelente resistência à fricção, porém, que pode diminuir o tom do tingimento na lavagem, como pode-se observar na FIGURA 15, anteriormente apresentada.

O tingimento sem mordente apresentou nota máxima na fricção a seco, e notas acima de 4 para a fricção a úmido, resultados semelhantes ao uso de mordentagem de sulfato ferroso amoniacal, principalmente na simultânea e posterior. Se tratando de um corante natural, os resultados são razoáveis, mas com restrições à lavagem. Dessa forma, foi observado que os tingimentos sem mordente apresentaram qualidade igual ou superior àqueles com mordente, assim, haverá situações em que a não utilização do mordente será a melhor opção.

Para os tingimentos com mordentagem, foi percebido que cada mordente e cada método apresentou melhores resultados para um tipo de solidez, o que faz com que a necessidade do fabricante por determinado produto com determinada resistência dite o melhor método de mordentagem, bem como o mordente a ser utilizado para a obtenção do produto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através desse trabalho, sob a metodologia desenvolvida, foi possível responder, mesmo que parcialmente, às hipóteses elaboradas para essa pesquisa, por meio experimental ou revisão bibliográfica, alcançando os objetivos propostos.

Isso, porque por meio de leituras em espectrofotômetro e devidos testes, foi determinada a solidez à lavagem e à fricção a seco e a úmido dos tingimentos realizados nesse estudo. Tingimentos têxteis esses, realizados com corante natural de urucum em substratos de algodão pré-alvejados, utilizando mordentes aplicados prévia, simultânea e posteriormente ao tingimento.

Nos testes, foi verificada a diferença de solidez entre as amostras tingidas, com aplicação prévia, simultânea e posterior do mordente, além disso, foi verificado que houveram diferenças nesse indicador de qualidade do tingimento entre os mordentes utilizados, mas as amostras brancas (sem mordente), apresentaram diferentes valores para a solidez, em função do diferente método de aplicação do mordente. Dessa forma, foi confirmada a hipótese que diz que há diferença na solidez dos tingimentos com aplicação do mordente em diferentes momentos. Além disso, foi verificado também que os mordentes alteraram a cor dos substratos.

Quanto à hipótese que afirma que a aplicação simultânea do mordente apresenta melhor solidez, não se pode afirmar completamente, pois apresentou resultados, que no geral, superaram os demais apenas na fricção a seco. Quanto ao mordente que apresentou os melhores resultados de solidez, foi possível afirmar que foi de fato o Sulfato Ferroso Amoniacal, teve melhor desempenho, como sugeria a hipótese, já que apresentou nota máxima (5), sendo melhor que os demais mordentes no processo de mordentagem simultânea, para os testes de fricção a seco e a úmido, sendo nesse último o único a atingir tal nota.

Foi observado que, em alguns processos, as notas de solidez de amostras tingidas com mordente foram inferiores àquelas tingidas sem essa substância, do que foi possível concluir que em algumas situações a não utilização do mordente foi a melhor opção.

Outra importante observação foi a de que em um estudo semelhante (PICCOLI, 2008), que realizou tingimentos com mordentagem posterior, sob as mesmas condições a que foram submetidas às amostras desse estudo, notas de solidez foram maiores que as resultantes dessa pesquisa. Uma possível causa para essa disparidade seria a natureza da matéria-prima utilizada para a extração do corante, já que corantes naturais não possuem as mesmas características, pois não se tem controle absoluto sobre esses produtos. Além dessa, as

condições de estocagem, por exemplo, podem ter interferido, pois corantes naturais são sensíveis à luz.

Quanto ao pré-alveamento de substratos têxteis de algodão proposto e realizado, foi observada a mudança do caráter lipofílico para hidrofílico.

O objetivo específico referente ao tingimento de uma amostra de tecido de algodão pré-alveado foi alterado, já que em cada tingimento de diferentes mordentagens foram tingidas amostras brancas em duplicata.

Em resposta à hipótese que se refere à necessidade de tratamento de efluente de mordentes metálicos, foi obtida através da literatura a resposta para essa questão, sendo ela a de que todo efluente resultante de tingimentos têxteis deve ser tratado, com a finalidade de se remover a cor desse.

Assim, apesar de muitas variáveis, nessa pesquisa foi verificado que as notas de solidez à fricção são aceitáveis industrialmente, havendo restrições quanto à lavagem dos substratos tingidos nas mesmas condições desse estudo.

REFERÊNCIAS

ABIQUIM (Associação Brasileira da Indústria Química). *Aplicações: usos de corantes, pigmentos e branqueadores ópticos*. 2012. Disponível em:

<http://abiquim.org.br/corantes/cor_aplicacoes.asp>. Acesso em: 12/11/2013.

ABREA (Associação Brasileira de Expostos ao Amianto). *Amianto Ou Asbesto*. 1995.

Disponível em: <<http://www.abrea.com.br/02amianto.htm>> Acesso em 14/11/2013.

ABQCT- Associação Brasileira de Químicos e Coloristas Têxteis. Disponível em:

<http://www.abqct.com.br/revistas/pdf/QT_80.pdf> Acesso em 14/11/2013.

ALCÂNTARA, M.R; DALTIM, D. *A química do processamento têxtil*. Instituto de Química- Universidade de São Paulo. 1995. Disponível em:

<http://www.quimicanova.sbq.org.br/qn/qnol/1996/vol19n3/v19_n3_17.pdf> Acesso em 27/09/2013.

ALFIERI, Paulo. *Apostila da Disciplina de Fibras Têxteis*. Curso de Engenharia Têxtil da Faculdade de Engenharia Industrial – FEI, 1991.

ALMEIDA, Vitor de Cinque. *Desenvolvimento de métodos analíticos para determinação e extração de corantes têxteis em efluentes industriais*. Tese apresentada ao Departamento de Química do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá para obtenção do Título de Doutor em Química. Maringá, 2006.

BEZERRA, Clóvis. *Beneficiamento Têxtil*. 2014. Disponível em:

<<http://clovisbezerra.tripod.com/materiais-didaticos/proqui-i/escovagem-nav-cha.pdf>>.

Acesso em 05/06/2014.

CANTERI, Ancelmo *et al.* *Solidez de cor*. Universidade Estadual de Maringá – Campus Regional de Goioerê. Goioerê, 2000. Disponível em:

<<http://www.geocities.ws/lcrespim/trabalhos/SolidezDeCor.PDF>> Acesso em: 15/11/13.

CETUS – FISPQ. *Sulfato férrico amoniacal*, 2005. Disponível em:<
<http://www.ecibra.com.br/fispq/FERRO%20SULFATO%20ICO%20AMONICAL.pdf>>.
Acesso em 01/06/2014.

CHEREM, Luiz Felipe Cabral. *Um Modelo para a Predição da Alteração Dimensional em Tecidos de Malha em Algodão*. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção, UFSC, 2004.

CHR. HANSEN INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA. *Corantes naturais: Tecnologia a serviço de Uma alimentação saudável*. FoodIngredients Brasil nº 18. 2011. Disponível em:
<<http://www.revista-fi.com/materias/191.pdf>> Acesso em 17/11/2013.

COELHO, Christiane Coelho de Souza Reinisch. *A Questão Ambiental dentro das Indústrias de Santa Catarina: uma Abordagem para o Segmento Industrial Têxtil*. Dissertação de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.

COGO, M. C. *Estudo de Caracterização e Disposição dos Resíduos de uma Indústria Têxtil do Estado do Rio Grande do Sul*. Departamento de Engenharia Química –UFRGS.
Disponível em:
<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/38373/000823871.pdf?sequence=1>>
Acesso em 20/11/2013.

CONMETRO - Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, 01, 2001.

COSTA, Andréa Fernanda de Santana; CRUZ, Aniery Moraes de Lima. *“Tingimento natural uma alternativa sustentável para a área têxtil”*. Universidade Federal de Pernambuco. 2011.
Disponível em:< http://coloquiomoda.com.br/anais/anais/8-Coloquio-de-Moda_2012/GT04/COMUNICACAO-ORAL/102709_Tingimento_natural_uma_alternativa_sustentavel_para_a_area_textil.pdf> Acesso em 22/08/2013.

CPT (Centro de Produções Técnicas). *Urucum é planta que produz corante natural*. 2013.
Disponível em:< <http://www.cpt.com.br/cursos-agroindustria/artigos/urucum-e-planta-com-belas-flores-e-frutos-atrativos-que-produz-corante-natural>> Acesso em 17/11/2013.

CRQ-IV. *Corantes e pigmentos*. Conselho Regional de Química – IV Região. Disponível em: <http://www.crq4.org.br/quimicaviva_corantespigmentos> Acesso em 18/11/2013.

DEMASCENO, Silvia Mara Bortolo; FRANCISCO, Antonio Carlos de; SILVA, Fernanda Trevizan Floriano da. *Sustentabilidade do processo de tingimento do tecido de algodão orgânico*. 2010. Disponível em: <<http://pg.utfpr.edu.br/dirppg/ppgep/ebook/2010/CONGRESSOS/ENEGEP/20.pdf>>. Acesso em 18/11/2013.

DINIZ, Juliana. *et al. Tingimento de Tecidos de Algodão Com Corantes Naturais Acafrão (Curcúma) e Urucum*, 2011. Disponível em: <<http://www.cesumar.br/pesquisa/periodicos/index.php/iccesumar/article/viewArticle/1903>>. Acesso em 23/05/2014.

GIORDANO, Gandhi. *Tratamento e controle de efluentes industriais*, 2007. Disponível em: <<http://72.29.69.19/~nead/disci/gesamb/doc/mod7/2.pdf>> Acesso em 01/06/14.

GUARATINI, Cláudia I, ZANONI, Maria Valnice. B. *Corantes têxteis*. Departamento de Química Analítica - Instituto de Química - UNESP - 14800-900. Araraquara, 2000. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/qn/v23n1/2146.pdf>> Acesso em: 02/11/2013.

JULIANO, Luciane Nóbrega *et al. Estamparia e Beneficiamento Têxtil*, 2014. Disponível em: <https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/3/30/Apostila_Estamparia_edicao_1_revisada.pdf>. Acesso em 27/05/2014.

KUNZ, Airton. *et al. Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis*. Química Nova, v. 25, n.1, p. 78-82, jun. 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v25n1/10428.pdf>> Acesso em 15/11/2013.

LOBATO, A. R.; MALDONADO, F.; PÉREZ, O. A. *Cinética y Extracción de colorantes Naturales*. In: XVI CONGRESSO LATINO – AMERICANO DE QUÍMICA TÊXTIL. Quito, 2001.

MELO, Karina S. G. de. *Extração e uso de corantes vegetais da Amazônia ni tingimento do couro de Matrinxã (BryconamazonicuSpix&Agassiz, 1819)*. Dissertação apresentada ao Programa de Integrado de Pós-graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais, Instituto nacional de pesquisas da Amazônia - Universidade Federal do Amazonas, 2007.

MENDES, Marcus Fabiano de Almeida. *Espectrofotometria*. 2014. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/leo/site_espec/bibliografia.html> Acesso em 22/11/2013.

MERCADANTE, Adriana; PFANDER, Hanspeter. *Caracterização de um novo carotenóide minoritário de urucum*, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v21n2/7466.pdf>>. Acesso em 11/05/2014.

MESACASA, Andréia *et al.* *Moda ecologicamente correta e meio ambiente: Um estudo com lojistas de diferentes segmentos de mercado*, 2012. Disponível em: <<http://www.periodicos.unc.br/index.php/drd/article/view/82>>. Acesso em: 22/04/2014.

NETTO, Rita. *Dossiê corantes*, Revista FOOD INGREDIENTS BRASIL, nº 9, 2009, pág. 40-59. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/106.pdf>>. Acesso em 12/05/2014.

MOREIRA, Claudemir Oliveira. *Espectrofotômetro e cabine de luz: ferramentas para o controle de qualidade de Masterbatches*. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://fateczl.edu.br/TCC/2009-1/tcc-104.pdf>> acessado em 05/05/14.

OLIVEIRA, Maria Helena. *Principais Matérias Primas na Indústria Têxtil*, 1996. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/mprev.pdf>. Acesso em: 24/04/2014

PEIXOTO, Fabia Pinho *et al.* *Corantes têxteis: uma revisão*. Revista Holos, Volume 5, ano 29, 2013. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/1239>>. Acesso em 03/04/2014.

PEREIRA, Cláudio Luiz Nobrega. *A História da Ciência e a Experimentação no Ensino de Química Orgânica*. 2008. p10. Dissertação de Mestrado - Instituto de Física e Química da

Universidade de Brasília, 2008. Disponível em:

<http://vsites.unb.br/.../pr.../proposicao_claudionobrega.pdf> Acesso em: 05/11/13.

PERUZZO, Lucile Cecília. *Influência de agentes auxiliares na adsorção de corantes de efluentes da indústria têxtil em colunas de leito fixo*. Dissertação de Pós-graduação em Engenharia Química. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

PICCOLI, Heiderose Herpich. *Determinação do Comportamento Tintorial de Corantes Naturais em Substrato de Algodão*. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

QUIRIOS – FISPQ. Sulfato de alumínio e amônio, 2012. Disponível em: <

<http://www.quirios.com.br/Produto/PDF/SULFATO%20DE%20ALUMINIO%20E%20AMONIO.pdf>>. Acesso em 10/06/2014.

ROSOLEN, Luciana A. *et al. Biodegradação de efluente têxtil e novos corantes técnicos utilizando fungos basidiomicetos*. Quim. Têxtil. 76: 44, 2004. Disponível em:

<http://www.researchgate.net/publication/35464614_Biodegradao_de_efluente_txtil_e_nove_corantes_tcnicos_utilizando_fungos_basidiomicetos>. Acesso em 12/12/2013.

ROSSI, T., BRITO, J. O., TRINDADE, N. B., ARAUJO, M. C.. *Resíduo do tratamento por vapor em madeira de Eucalipto como corante Natural para tingimento de algodão*.

Disponível em: < <http://malinovski.com.br/CongressoFlorestal/Trabalhos/06-Tecnologia/TPF-Artigo-13.pdf>> Aceso em: 01/06/14.

ROSSI, Ticiane. *Corantes Naturais: Fontes, Aplicações e Potencial para Uso da Madeira;*

2008. Disponível em < <http://www.ipef.br/tecprodutos/corantes.asp>> Acesso em: 20/09/2013.

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

SANTOS, Antônio Fernando B. *Urucum ou achiote: matéria tintórea referencia no design europeu*. 2013. Disponível em:

<www.fumec.br/revistas/index.php/achiote/article/download/1646/1042> Acesso em 29/09/2013.

VERONESE - FISPQ. *Ácido Tânico*, 2011. Disponível em <http://www.veronese.com.br/pdf/pt/seg/acido_tanico.pdf> Acesso em 01/06/13.

VIANA, T. C. *Corantes naturais na indústria têxtil como combinar experiências do passado com as demandas do futuro?* Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG. Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <<http://www.ppgd.uemg.br/wp-content/uploads/2013/10/Teresa-Campos-Viana.pdf>> Acesso em: 08/11/2013.

GLOSSÁRIO

Alvejamento: processo de alvejamento, ou seja, de limpeza e branqueamento, no qual prepara-se o tecido para o processo de tingimento.

Artificial: matéria obtida a partir de modificações químicas de outras substâncias.

Corante: composto orgânico cuja finalidade é conferir a uma certa fibra (substrato) determinada cor, sob condições de processo preestabelecidas.

Cromóforo: agente de coloração.

Efluente: termo usado para caracterizar os despejos líquidos provenientes de diversas atividades ou processos.

Eletrólito: substância condutora de eletricidade, na qual o transporte da carga é feito por meio de íons.

Espectrofotômetro: equipamento que compara a radiação transmitida ou absorvida por determinado material, determinando a quantidade da substância em foco, identificando também, componentes desconhecidos por seus espectros característicos ao ultravioleta, visível, ou infravermelho.

Fibra: estrutura de filamentos, geralmente sobre forma de feixe, encontrada no tecido vegetal, animais ou mineral.

Fio: linha ou fibra torcida, de forma cilíndrica, flexível, delgada.

Malha: tecido que surge do entrelaçado de um ou mais fios.

Mordente: elemento metálico que forma ligações entre a fibra e o corante, corante e o metal, e, metal com a fibra. Utilizado para aprimorar a solidez de alguns corantes à lavagem.

Mercerização: processo de acabamento têxtil que aumenta o brilho, a resistência à tração e a maciez do fio, tecido ou malha de algodão.

Purga: processo que objetiva a limpeza de grandes cargas de impureza das fibras têxteis, como material não celulósico, sendo processada, geralmente, com a utilização de álcalis.

Refletância: fator de reflexão, que relaciona o fluxo luminoso refletido por uma superfície e o que incide sobre ela.

Sintético: produto químico obtido em laboratório, ou em instalações industriais.

Solidez: é o grau de tolerância da cor do tingimento, branqueamento ótico ou estampagem contra diversas formas de influência que possam ser expostos durante o processo.

Substrato: pode ser um tecido (têxtil), papel e outros derivados de celulose, cabelo humano e pelos de animais, couro e diversas matérias.

Tecido: produto industrial que se obtêm por entrecruzamento de fios ou fibras, ou por simples compressão de fibras.

Tecido- testemunha: corpos de prova. são friccionados com tecido-testemunha de fricção a seco e com tecido-testemunha de fricção a úmido. Após é realizada a leitura da transferência de cor para o tecido-testemunha.

Transmitância: fração da energia luminosa original que passa por uma amostra.

Urucum: fruto do urucueiro. De suas sementes provém o corante de Urucum.

APÊNDICES

APÊNDICE A – PRÉ-ALVEJAMENTO DE SUBSTRATOS TÊXTEIS DE ALGODÃO

INTRODUÇÃO

O seguinte relatório descreve o experimento de pré-alveamento de substratos têxteis de algodão, sendo este, um dos objetivos da pesquisa, O experimento foi realizado no dia 26 de fevereiro, no Laboratório Têxtil do IFSC. Neste dia foram realizados o pré-alveamento de três amostras têxteis de algodão cru.

O pré-alveamento tem a finalidade de remover conteúdo não celulósico. O processo mais utilizado é através da decomposição do peróxido de hidrogênio. Ao se decompor, o mesmo libera oxigênio, que, entrando em contato com pigmentos naturais presentes nas fibras, os oxida, assim tornando mais branca a amostra.

Após o alveamento da fibra, deve-se deixar o pH ácido com adição do ácido cítrico, pois caso esse processo não fosse realizado, começaria a formação de ácido carboxílico no algodão que alteraria a coloração da fibra, resultando na perda de resistência além de interferência no tingimento. Realizado o pré-alveamento, é possível ser feito o tingimento. Com a hidrofiliabilidade do tecido, a água pode conduzir o corante para o interior da fibra resultando numa coloração sem interferências.

MATERIAS E REAGENTES

As vidrarias e materiais utilizados no processo experimental foram: pipeta de 2 ml, pipetador, béquer 500 ml, termômetro de etanol, balança, bastão de vidro, proveta de 200 ml, tesoura, luvas, óculos, pregos de madeira e placa de aquecimento (com agitador). Como solvente foi usada água destilada.

Os reagentes utilizados no processo foram: detergente, para possibilitar a umectação do tecido; soda cáustica (NaOH), para proporcionar a limpeza do substrato; peróxido de hidrogênio (30 vol.) (popularmente, água oxigenada – H₂O₂), para a liberação de oxigênio ativo da amostra (oxidação) e clarear os substratos; ácido cítrico, para acertar o pH da solução.

A relação do banho (substrato/solução) utilizada foi de 1:30. Dessa forma, foi preparado o banho com 300 mL de solução para uma amostra de 10 g de tecido. Para os demais reagentes, tais como dispersante, soda cáustica, peróxido de hidrogênio e ácido cítrico, foi usada essa mesma relação.

PROCEDIMENTO

Tendo em vista a relação de banho, a receita e a proporção dos mordentes, foram realizados os cálculos para determinar a quantidade de cada componente do banho, tendo como base amostras de substrato com 10 g e banho com 300 mL.

Depois dos cálculos, do dispersante, foi adicionado ao banho 0,3mL na forma de solução pois a concentração deveria ser de 1 ml/L. Da soda cáustica, em solução aquosa, que deveria ter 4 ml/L, foram adicionadas 1,2 mL. O Peróxido de Hidrogênio deveria estar no banho numa concentração de 25 ml/L, então, dele foram adicionadas ao banho 7,5 mL, mantidas as proporções de todos esses reagentes. Essas mesmas informações estão dispostas no Quadro 1, apresentado a seguir.

QUADRO 1 – Concentração Dos Reagentes Para O Banho De Pré-Alveamento.

| Concentrações referenciais | Quantidades obtidas por meio de cálculos |
|-----------------------------------|---|
| Dispersante: 1mL/L | Dispersante: 0,3 mL |
| Soda Cáustica: 4 mL/L | Soda Cáustica: 1,2 mL |
| Peróxido de Hidrogênio: 25 mL/L | Peróxido de Hidrogênio: 7,5 mL |

FONTE: Quadro elaborado pelo grupo.

Após estabelecidas as proporções, foram cortadas três amostras de substrato têxtil de 10 g, colocadas nos béqueres. Para isso, foram utilizadas balanças semi-analíticas. Os banhos de pré-alveamento foram realizados em béqueres de 500 mL. O volume do solvente (300 mL de água destilada) foi medido em provetas para depois ser depositado nos béqueres.

Assim, deu-se início o pré-alveamento das amostras têxteis. Inicialmente, ao banho foram adicionados 0,3 mL de dispersante (detergente umectante), através de pipetagem. Quando o detergente foi totalmente diluído, o substrato foi adicionado ao banho e os béqueres posicionados sobre chapas de aquecimento. Passados cinco minutos com as chapas aquecendo, o substrato foi retirado da solução com auxílio de um bastão de vidro para que fosse adicionado ao banho 1,2 mL de solução aquosa de soda cáustica (NaOH), também com auxílio de pipeta. Esse procedimento foi adotado para que o reagente não fosse depositado diretamente sobre o substrato e manchasse a amostra. Constantemente a temperatura do banho foi verificada com termômetro de etanol. Foi tomado o cuidado de não encostar o termômetro no fundo do béquer, para não causar interferência na medição. Para isso, grampos de madeira foram utilizados.

Transcorridos mais cinco minutos, foi adicionado o peróxido de hidrogênio (H_2O_2), à solução. A temperatura foi constantemente controlada, até atingir $80^\circ C$. Quando atingida, esta foi mantida por 40 minutos. Depois de 40 minutos a $80^\circ C$, a temperatura foi elevada a $98^\circ C$ e foram aguardados 10 minutos. Feito isso, a solução foi resfriada a aproximadamente $60^\circ C$, a ponto de se conseguir pegar a amostra para o enxague e lavar o béquer.

O enxague das amostras submetidas ao alveijamento foi feito em torneiras com água da rede de abastecimento da cidade (SAMAE). Após o enxague das amostras, é recomendado que não haja torção para a retirada do excesso de água. Aconselha-se que o tecido seja dobrado várias vezes e depois comprimido, retirando-se assim o excesso do líquido. Este processo é realizado para não haver o desalinhamento das fibras dos substratos.

Foi acrescentado a solução de 0,6 mL de ácido cítrico a um béquer contendo 300 mL de solução, mantendo a proporção (1:30). Novamente foi retirada e enxaguada a amostra, pingando uma gota de azul de bromotimol para verificar se a solução estava ácida ou básica, que indicaria a insuficiência de ácido cítrico na solução.

O indicador azul de bromotimol mostrou a acidez do sistema, porém, não atingiu a acidez esperada. Em consequência disso, o pH da solução foi corrigido com adição de uma solução de ácido cítrico, e novamente o tecido foi colocado na solução.

Assim, as amostras retornaram à solução, que dessa vez apresentava uma concentração maior de ácido cítrico.

Feito todo esse processo, esperou-se que as amostras secassem, para assim, verificar se depois de secas elas molhariam novamente, atestando a substituição do caráter lipofílico pelo hidrofílico, que é o esperado para um processo de pré-alveijamento bem sucedido.

RESULTADOS

Após o pré-alveijamento de substratos 100% algodão, verificou-se que esse conferiu ao tecido a hidrofiliabilidade necessária para que um tingimento têxtil possa ocorrer de forma satisfatória. A hidrofiliabilidade foi testada com essas amostras pré-alvejadas, então secas, sendo levadas à água, a fim de se verificar se essas teriam afinidade com a substância, sendo o resultado positivo. Outro aspecto verificado após o pré-alveijamento foi a mudança de cor das amostras, que clarearam.

APÊNDICE B – TINGIMENTO TÊXTIL COM CORANTE NATURAL DE URUCUM SEMMORDENTAGEM.

INTRODUÇÃO

O seguinte relatório descreve o tingimento de substratos têxteis pré-alvejados com corante de Urucum sem o uso de mordentagem, sendo este, um dos objetivos da pesquisa. Com a hipótese de que os mordentes utilizados alteram a cor no tingimento em substratos de algodão, este experimento foi realizado sem a presença dos mesmos, para que fossem obtidas amostras com e sem mordente para confirmar ou refutar nossas hipóteses.

Como descrito no objetivo, esse tingimento foi efetuado em substratos têxteis pré-alvejados 100% algodão com corante de urucum sem aplicação de mordentes. O experimento foi realizado no dia 29 de abril, no Laboratório de Controle de Qualidade do IFSC. Neste dia foram realizados tingimentos sem presença de mordentagem, e os tingimentos foram realizados com dois tempos diferentes, sendo esses de 15 e 30 minutos.

MATERIAS E REAGENTES

As vidrarias e materiais utilizados no processo experimental foram: proveta graduada de 100mL, béqueres de 50 mL e 250 mL, balão volumétrico de 100 mL e 250 mL, pipeta de 1mL e 25 mL, pipetador, piceta com água destilada, funil e bastão de vidro.

Para a realização dos tingimentos foi utilizado um Equipamento de Tingimento Infravermelho Mod. IVA da MetalWorking, com 12 canecos de 150 mL. Para a pesagem dos reagentes foi utilizada uma Balança Analítica OhausAdventurer Pro. As amostras foram secas com a utilização de uma Estufa de Secagem SL 102 da SOLAB.

Os reagentes utilizados foram, corante de Urucum e detergente industrial em solução aquosa, e sal (NaCl). Para o tingimento utilizadas amostras de 10 g de algodão pré-alvejadas.

A relação de banho utilizada para o processo, conforme estudos anteriores realizados por Piccoli (2008), foi de 1:10, sendo, assim, o banho foi preparado com 100 mL de solução para uma amostra de 10 g de tecido.

PROCEDIMENTO

Tendo em vista a relação de banho, foram realizados os cálculos para determinar a quantidade de cada componente do banho, tendo como base amostras de substrato com 10 g e banho com 100 mL. Os resultados obtidos estão dispostos no QUADRO 1, apresentado a seguir:

QUADRO 1 – Concentração dos reagentes para o banho de tingimento com corante natural de Urucum sem mordentagem.

| Quantidades/concentrações referenciais | Quantidades obtidas por meio de cálculos |
|--|--|
| 2% m/m de corante natural de Urucum | 20 ml de solução aquosa de corante (10 g/L); |
| 1g/L de detergente industrial | 1 mL de detergente (100 g/l) |
| 40g/L de NaCl | 4g de NaCl |
| 100 ml de banho total | 79 mL de água destilada |

FONTE: Quadro elaborado pelo grupo.

A solução de corante foi preparada com água destilada morna, já que dessa forma o corante é mais facilmente dissolvido. Em um béquer de 50 ml, foi adicionado 1 g do corante em pó que foi dissolvido para em seguida ser transferido para um balão volumétrico com o auxílio de um funil. O volume foi completado até 100 mL com água destilada. O corante de Urucum sofre degradação com a luz. A fim de proteger a solução de corante, essa foi mantida em ambiente escuro.

O preparo da solução de detergente se deu pela pesagem e diluição de 10 g de detergente industrial, resultando num volume final de 100 mL, com concentração de 100 g/L.

A próxima etapa foi a preparação das soluções (banhos) dos mordentes nos canecos. Para isso foram medidas 79 mL de água destilada em uma proveta graduada, sendo adicionados em cada um dos recipientes.

Após isso os canecos foram fechados e inseridos na máquina, programada para que elevasse a temperatura a 60 °C. Uma vez alcançada essa temperatura, deixou-se que transcorressem 15 minutos. Atingido esse tempo foram retirados 2 canecos e deixado que os 2 canecos restantes continuassem na máquina por mais 15 minutos, resultando assim em 30 minutos de tingimento.

Ao término de cada processo, os canecos foram retirados da máquina e as amostras cuidadosamente tiradas desses, sendo enxaguadas em água corrente da rede de abastecimento

da cidade (SAMAE) por cerca de dois minutos. Para tirar o excesso de água das amostras essas foram “amassadas”.

Ao fim, as amostras foram levadas para a estufa de secagem a 60 °C, por cerca de 60 minutos. Depois de secas, foi possível notar maior uniformidade da cor nas amostras.

RESULTADOS

Foi possível observar que as amostras tingidas sem a presença de mordentagem não apresentaram manchas como as amostras tingidas com a presença desses. Isso ocorre, pois em tingimentos de amostras brancas, o corante tem maior “liberdade” para percorrer o substrato e se ligar à fibra de forma uniforme ao longo do tingimento.

A opção de fazer o tingimento com tempos de processo diferentes foi devido aos processos nas indústrias, onde os tingimentos geralmente ocorrem em 15 minutos de processo, entretanto, optou-se pela realização do tingimento de mais duas amostras, mas essas com 30 minutos de processo.

Foi notado, assim, que o corante utilizado mostrou um comportamento específico, sendo assim, necessitou mais tempo de tingimento, visto que as amostras tingidas com tempo de 30 minutos apresentaram, visualmente, melhor coloração comparada às amostras tingidas por 15 minutos. Assim, as amostras utilizadas para as análises foram as com 30 minutos de tingimento.

Ressaltando que as análises foram feitas visualmente, no entanto serão afirmadas ou refutadas as hipóteses através de leituras pelo espectrofotômetro, pelos quais todas as amostras tingidas serão avaliadas.

APÊNDICE C – TINGIMENTO TÊXTIL COM CORANTE NATURAL DE URUCUM COM MORDENTAGEM PRÉVIA DE ÁCIDO TÂNICO, SULFATO DE AMÔNIO ALUMÍNIO E SULFATO FERROSO AMONIACAL.

INTRODUÇÃO

O seguinte relatório descreve o tingimento de substratos têxteis pré-alvejados com corante de urucum usando como mordentes Ácido Tânico, Sulfato de Amônio Alumínio e Sulfato Ferroso Amoniacal, com aplicação prévia, sendo este, um dos objetivos da pesquisa. Foi levantada a hipótese de que os mordentes utilizados alteram a cor no tingimento em substratos de algodão.

Como descrito no objetivo, esse tingimento foi efetuado em substratos têxteis pré-alvejados 100% algodão com corante de urucum e aplicação prévia dos mordentes já citados. O experimento foi realizado no dia 26 de maio, no Laboratório de Controle de Qualidade do IFSC. Neste dia foram realizados tingimentos com três mordentes diferentes, e ensaios sem mordentes, para o controle de tingimento. Todos esses foram feitos em duplicata, resultando em oito tingimentos.

MATERIAS E REAGENTES

As vidrarias e materiais utilizados no processo experimental foram: proveta graduada de 100mL, béqueres de 50 mL e 250 mL, balão volumétrico de 100 mL e 250 mL, pipeta de 1mL e 25 mL, pipetador, piceta com água destilada, funil e bastão de vidro.

Para a realização dos tingimentos foi utilizado um Equipamento de Tingimento Infravermelho Mod. IVA da MetalWorking, com 12 canecos de 150 mL. Para a pesagem dos reagentes foi utilizada uma Balança Analítica OhausAdventurer Pro. As amostras foram secas com a utilização de uma Estufa de Secagem SL 102 da SOLAB.

Os reagentes utilizados foram: corante de Urucum, detergente industrial, sal (NaCl) e os mordentes, Ácido Tânico, Sulfato de Amônio Alumínio e Sulfato Ferroso Amoniacal. Para o tingimento utilizadas amostras de 10 g de algodão pré-alvejadas.

A relação de banho utilizada para o processo e a proporção dos mordentes, conforme estudos anteriores realizados por Piccoli (2008), foi de 1:10, sendo, assim, o banho foi preparado com 100 mL de solução para uma amostra de 10 g de tecido. Desse estudo foram

obtidas as informações e quantidade de uso: 3% de Ácido Tânico, 3% de Sulfato Ferroso amoniacal e 4% de Sulfato Amônio Alumínio.

PROCEDIMENTO

Tendo em vista a relação de banho, a receita e a proporção dos mordentes, foram realizados os cálculos para determinar a quantidade de cada componente do banho, tendo como base amostras de substrato com 10 g e banho com 100 mL. Os resultados obtidos estão dispostos no Quadro 1, apresentado a seguir:

QUADRO 1 – Concentração dos reagentes para o banho de tingimento com corante natural de Urucum e mordentagem prévia de Ácido Tânico, Sulfato de Amônio Alumínio e Sulfato Ferroso Amoniacal.

| Quantidades/concentrações referenciais | Quantidades obtidas por meio de cálculos |
|---|---|
| 2% m/m de corante natural de Urucum | 20 mL de solução aquosa de corante (10 g/L); |
| 1g/L de detergente industrial | 1 mL de detergente (100 g/l) |
| 40g/L de NaCl | 4g de NaCl |
| 100 mL de banho total | 79 mL de água destilada |

FONTE: Quadro elaborado pelo grupo.

A solução de corante foi preparada com água destilada morna, já que dessa forma o corante é mais facilmente dissolvido. Em um béquer de 50 mL, foi adicionado 1 g do corante em pó que foi dissolvido para em seguida ser transferido para um balão volumétrico com o auxílio de um funil. O volume foi completado até 100 mL com água destilada. O corante de urucum sofre degradação com a luz e com o objetivo de proteger a solução de corante, essa foi mantida em ambiente escuro.

O preparo da solução de detergente se deu pela pesagem e diluição de 10 g de detergente industrial, resultando num volume final de 100mL, com concentração de 100 g/L.

A próxima etapa foi a preparação das soluções (banhos) dos mordentes nos canecos. Foram medidas 79 mL de água destilada em uma proveta graduada, sendo adicionados em cada um dos canecos. Como o tingimento foi realizado em duplicata, foram utilizadas duas amostras para cada mordente, mais duas brancas (sem mordentagem, servindo de controle para o

tingimento), resultando em 8 amostras no total. As quantidades de mordente adicionadas a cada caneco estão dispostas no QUADRO 2, apresentado a seguir.

QUADRO 2 – Quantidade de mordentes para o banho por caneco.

| Mordente | Quantidade (g) | Nº de canecos |
|---------------------------|-----------------------|----------------------|
| Ácido Tânico | 0,3 | 2 |
| Sulfato Amônio Alumínio | 0,4 | 2 |
| Sulfato Ferroso Amoniacal | 0,3 | 2 |
| Branças (s/ mordente) | - | 2 |

FONTE: Quadro elaborado pelo grupo.

Após isso os canecos foram fechados e inseridos na máquina, programada para que elevasse a temperatura a 90 °C. Uma vez alcançada essa temperatura, deixou-se que transcorressem 60 minutos naquele processo.

Atingida a temperatura e o tempo, os canecos foram retirados da máquina e a solução com mordente foi descartada. Porém, as amostras foram preservadas, sem serem desenroladas e enxaguadas. Em seguida elas voltaram para os canecos, que receberam a solução com os reagentes para o tingimento, preparadas em béqueres, conforme Quadro 1.

Preparadas as soluções, as mesmas foram transferidas para os canecos junto ao tecido, dando início a reação de tingimento, por isso, foi necessário fechar rapidamente os canecos, agitá-los, e inseri-los novamente na máquina, programando-a para 15 minutos de tingimento a 60°C.

Com o término do processo, os canecos foram retirados da máquina e as amostras cuidadosamente tiradas desses, sendo enxaguadas em água corrente da rede de abastecimento da cidade (SAMAE) por cerca de dois minutos. Para tirar o excesso de água das amostras essas foram “amassadas”.

Ao fim, as amostras foram levadas para a estufa de secagem a 60 °C, por cerca de 60 minutos. Depois de secas, foi possível notar maior uniformidade da cor nas amostras.

RESULTADOS

Foi percebido que apenas o mordente já alterou a cor do tecido, pois após o banho dos substratos apenas com mordentes, as amostras já apresentavam cores variadas. Por isso, ao fim dos tingimentos com mordentagem as cores obtidas também foram diferentes das brancas

(sem mordente), visto que cada mordente reagiu de uma forma com o tecido ou mesmo com os demais reagentes de banho, conferindo-lhe diferentes tonalidades.

Após a lavagem, foi notado o aparecimento de manchas. Com o intuito de amenizar ou até mesmo remove-las, as amostras foram mergulhadas em água destilada, para remover eventuais disparidades na tonalidade, provenientes da acidez de algum material que poderia ter entrado em contato com os substratos.

Mesmo depois disso, as amostras com mordentagem prévia apresentaram-se bastante manchadas. Porém esse é um resultado esperado, tendo em vista que tingimentos com mordentes são mais suscetíveis a manchas. Isso ocorre, pois diferente de tingimentos de amostras brancas, onde o corante tem maior “liberdade” para percorrer o substrato e se ligar a ele de forma uniforme ao longo do tingimento, o mordente liga o corante imediatamente à fibra, sem que haja redistribuição do corante ao longo do substrato, o que permitiria a uniformidade da cor.

Ressaltando que as análises foram feitas visualmente, no entanto serão afirmadas ou refutadas as hipóteses através de leituras pelo espectrofotômetro, pelos quais todas as amostras tingidas serão avaliadas.

APÊNDICE D – TINGIMENTO TÊXTIL COM CORANTE NATURAL DE URUCUM COM MORDENTAGEM SIMULTÂNEA DE ÁCIDO TÂNICO, SULFATO FERROSO AMONICAL E SULFATO DE AMÔNIO ALUMÍNIO.

INTRODUÇÃO

O seguinte relatório descreve o tingimento de substratos têxteis pré-alvejados com corante de urucum usando como mordentes Ácido Tânico, Sulfato de Amônio Alumínio e Sulfato Ferroso Amoniacal, com aplicação simultânea, sendo este, um dos objetivos da pesquisa. Disso, foi levantada a hipótese de que a amostra têxtil tingida com aplicação simultânea do mordente apresenta melhor solidez.

Como descrito no objetivo, esse tingimento foi efetuado em substratos têxteis pré-alvejados 100% algodão com corante de Urucum e aplicação simultânea dos mordentes já citados. O experimento foi realizado em duas etapas, sendo a primeira no dia 07 de maio e a segunda no dia 13 de maio, ambas realizadas no Laboratório de Controle de Qualidade do IFSC. Ambos os experimentos foram realizados tingimentos com três mordentes diferentes, e ensaios sem mordentes, para o controle de tingimento. Todos esses feitos em duplicata, resultando em oito tingimentos.

Os procedimentos foram realizados para notar se o tempo de banho teria influência no tingimento das amostras. A fim de perceber se o tempo de banho realmente influenciaria nos tingimentos os mesmos foram realizados de maneira parecida, diferenciados apenas pelo tempo de banho, sendo o primeiro de 15 minutos (baseado em instrução encontrada na literatura) e o segundo com tempo de 60 minutos.

MATERIAS E REAGENTES

As vidrarias e materiais utilizados no processo experimental foram: proveta graduada de 10 0mL, béqueres de 50 mL e 250 mL, balão volumétrico de 100 mL e 250 mL, pipeta de 1 mL e 25 mL, pipetador, piceta com água destilada, funil e bastão de vidro.

Para a realização dos tingimentos foi utilizado um Equipamento de Tingimento Infravermelho Mod. IVA da MetalWorking, com 12 canecos de 150 mL. Para a pesagem dos reagentes foi utilizada uma Balança Analítica Ohaus Adventurer Pro. As amostras foram secas com a utilização de uma Estufa de Secagem SL 102, da SOLAB.

Os reagentes utilizados foram: corante de Urucum, detergente industrial, sal (NaCl) e os mordentes, Ácido Tânico, Sulfato de Amônio Alumínio e Sulfato Ferroso Amoniacal. Para o tingimento foram utilizadas amostras de 10 g de algodão pré-alvegadas.

A relação de banho utilizada para o processo e a proporção dos mordentes, conforme estudos anteriores realizados por Piccoli (2008), foi de 1:10, sendo, assim, o banho foi preparado com 100 mL de solução para uma amostra de 10 g de tecido. Dessa pesquisa obtivemos as informações e quantidade de uso: 3% de Ácido Tânico, 3% de Sulfato Ferroso amoniacal e 4% de Sulfato Amônio Alumínio.

PROCEDIMENTO

Tendo em vista a relação de banho, a receita e a proporção dos mordentes, foram realizados os cálculos para determinar a quantidade de cada componente do banho, tendo como base amostras de substrato com 10 g e banho com 100 mL. Os resultados obtidos estão dispostos no Quadro 1, apresentado a seguir:

QUADRO 1 – Concentração dos reagentes para o banho de tingimento com corante natural de Urucum e mordentagem simultânea de Ácido Tânico, Sulfato de Amônio Alumínio e Sulfato Ferroso Amoniacal.

| Quantidades/concentrações referenciais | Quantidades obtidas por meio de cálculos |
|---|---|
| 2% m/m de corante natural de Urucum | 20 ml de solução aquosa de corante (10 g/L); |
| 1g/L de detergente industrial | 1 mL de detergente (100 g/L) |
| 40g/L de NaCl | 4g de NaCl |
| 100 mL de banho total | 79 mL de água destilada |

FONTE: Quadro elaborado pelo grupo.

A solução de corante foi preparada com água destilada morna, já que dessa forma o corante é mais facilmente dissolvido. Em um béquer de 50 mL, foi adicionado 1 g do corante em pó que foi dissolvido para em seguida ser transferido para um balão volumétrico com o auxílio de um funil. O volume foi completado até 100 mL com água destilada. O corante de Urucum sofre degradação com a luz. A fim de proteger a solução de corante, essa foi mantida em ambiente escuro.

O preparo da solução de detergente se deu pela pesagem e diluição de 10 g de detergente industrial, resultando num volume final de 100 mL, com concentração de 100 g/L.

A próxima etapa foi a preparação das soluções (banhos) dos mordentes nos canecos. Para isso foram medidas 79 mL de água destilada em uma proveta graduada, sendo adicionados em cada um dos recipientes. Como o tingimento foi realizado em duplicata, foram utilizadas duas amostras para cada mordente, mais duas brancas (sem mordentagem, servindo de controle para o tingimento), resultando em 8 amostras no total. As quantidades de mordente adicionadas a cada caneco estão dispostas no QUADRO 2, apresentado a seguir.

QUADRO 2 – Quantidade de mordentes para o banho por caneco.

| Mordente | Quantidade (g) | Nº de canecos |
|---------------------------|-----------------------|----------------------|
| Ácido Tânico | 0,3 | 2 |
| Sulfato Amônio Alumínio | 0,4 | 2 |
| Sulfato Ferroso Amoniacal | 0,3 | 2 |
| Branca (s/ mordente) | - | 2 |

FONTE: Quadro elaborado pelo grupo.

Após a adição dos reagentes do banho e da amostra têxtil os canecos foram fechados e inseridos na máquina, programada para que elevasse a temperatura a 60 °C. Uma vez alcançada essa temperatura, deixou-se que transcorressem 60 minutos naquele processo.

Com o término do processo, os canecos foram retirados da máquina e as amostras cuidadosamente tiradas desses, sendo enxaguadas em água corrente da rede de abastecimento da cidade (SAMAE) por cerca de dois minutos. Para tirar o excesso de água das amostras essas foram “amassadas”.

Ao fim, as amostras foram levadas para a estufa de secagem a 60 °C, por cerca de 60 minutos. Depois de secas, foi possível notar maior uniformidade da cor nas amostras.

RESULTADOS

Pode-se perceber que o tempo de tingimento realmente influencia na cor do tecido, pois as amostras tingidas por 60 minutos a 60°C apresentaram uma “melhor” aparência concluindo que tais possuíram uma melhor fixação da cor do corante do que as que permaneceram por um menor tempo. Entretanto, aqui fala-se apenas o que se pode perceber

visualmente, ou seja, estas amostras passarão por testes que irão avaliar se realmente a diferença no tempo de banho influencia numa melhor solidez da cor.

Quanto à coloração, pode-se perceber que o tingimento foi uniforme, apresentando poucas manchas. Comparando as amostras têxteis que foram tingidas sem mordentes e as amostras têxteis tingidas com mordentagem prévia, podemos perceber que essas apresentaram uma cor mais “intensa”.

Será possível confirmarmos ou refutarmos a hipótese levantada para esse tingimento após os testes de solidez pelo quais todas as amostras tingidas serão submetidas.

APÊNDICE E – TINGIMENTO TÊXTIL COM CORANTE NATURAL DE URUCUM COM MORDENTAGEM POSTERIOR DE ÁCIDO TÂNICO, SULFATO DE AMÔNIO ALUMÍNIO E SULFATO FERROSO AMONICAL.

INTRODUÇÃO

O seguinte relatório descreve o tingimento de substratos têxteis pré-alvejados com corante de Urucum usando como mordentes Ácido Tânico, Sulfato de Amônio Alumínio e Sulfato Ferroso Amoniacal, com aplicação posterior, em relação ao tingimento, sendo este, um dos objetivos da pesquisa. Disso, foi levantada a hipótese de que os mordentes utilizados alteram a cor no tingimento em substratos de algodão.

Como descrito no objetivo, esse tingimento foi efetuado em substratos têxteis pré-alvejados 100% algodão com corante de urucum e aplicação posterior dos mordentes já citados. O experimento foi realizado no dia 16 de maio, no Laboratório de Controle de Qualidade do IFSC. Neste dia foram realizados tingimentos com três mordentes diferentes, e ensaios sem mordentes, para o controle de tingimento. Todos esses feitos em duplicata, resultando em oito tingimentos.

MATERIAS E REAGENTES

As vidrarias e materiais utilizados no processo experimental foram: proveta graduada de 100mL, béqueres de 50 mL e 250 mL, balão volumétrico de 100 mL e 250 mL, pipeta de 1 mL e 25 mL, pipetador, piceta com água destilada, funil e bastão de vidro.

Para a realização dos tingimentos foi utilizado um Equipamento de Tingimento Infravermelho Mod. IVA da MetalWorking, com 12 canecos de 150 mL. Para a pesagem dos reagentes foi utilizada uma Balança Analítica Ohaus Adventurer Pro. As amostras foram secas com a utilização de uma Estufa de Secagem SL 102 da SOLAB.

Os reagentes utilizados foram: corante de Urucum, detergente industrial, sal (NaCl) e os mordentes, Ácido Tânico, Sulfato de Amônio Alumínio e Sulfato Ferroso Amoniacal. Para o tingimento foram utilizadas amostras de 10 g de algodão pré-alvejadas.

A relação de banho utilizada para o processo e a proporção dos mordentes, conforme estudos anteriores realizados por Piccoli (2008), foi de 1:10, sendo, assim, o banho foi preparado com 100 mL de solução para uma amostra de 10 g de tecido. Dessa pesquisa

obtivemos as informações e quantidade de uso: 3% de Ácido Tânico, 3% de Sulfato Ferroso amoniacal e 4% de Sulfato Amônio Alumínio.

PROCEDIMENTO

Tendo em vista a relação de banho, a receita e a proporção dos mordentes, foram realizados os cálculos para determinar a quantidade de cada componente do banho, tendo como base amostras de substrato com 10 g e banho com 100 mL. Os resultados obtidos estão dispostos no Quadro 1, apresentado a seguir:

QUADRO 1 – Concentração dos reagentes para o banho de tingimento com corante natural de Urucum e mordentagem posterior de Ácido Tânico, Sulfato de Amônio Alumínio e Sulfato Ferroso Amoniacal.

| Quantidades/concentrações referenciais | Quantidades obtidas por meio de cálculos |
|---|---|
| 2% m/m de corante natural de Urucum | 20 ml de solução aquosa de corante (10 g/L); |
| 1g/L de detergente industrial | 1 mL de detergente (100 g/L) |
| 40g/L de NaCl | 4g de NaCl |
| 100 mL de banho total | 79 mL de água destilada |

FONTE: Quadro elaborado pelo grupo.

A solução de corante foi preparada com água destilada morna, já que dessa forma o corante é mais facilmente dissolvido. Em um béquer de 50 mL, foi adicionado 1 g do corante em pó que foi dissolvido para em seguida ser transferido para um balão volumétrico. O volume foi completado até 100 mL com água destilada. O corante de Urucum sofre degradação com a luz. A fim de proteger a solução de corante, essa foi mantida em ambiente escuro.

O preparo da solução de detergente se deu pela pesagem e diluição de 10g de detergente industrial, resultando num volume final de 100 mL, com concentração de 100 g/L.

Como o tingimento foi realizado em duplicata, foram utilizadas duas amostras para cada mordente, mais duas brancas (sem mordentagem, servindo de controle para o tingimento), resultando em 8 amostras no total. Porém, vale ressaltar que num primeiro momento as 8 amostras passaram apenas pelo processo de tingimento, sem mordente, já que se trata do processo com mordentagem posterior.

A próxima etapa foi a preparação do banho de tingimento, com a adição de seus componentes diretamente nos canecos, conforme o Quadro 1, sendo que o corante foi o último componente a ser adicionado à solução.

Após isso, as amostras de tecido foram inseridas nos canecos, dando início a reação de tingimento. Dessa forma, foi necessário fechar rapidamente os canecos, agitá-los, e inseri-los na máquina, programada para 15 minutos de tingimento a 60 °C.

Para a preparação dessas soluções, os mordentes, cujas quantidades adicionadas a cada caneco estão dispostas no Quadro 2, apresentado a seguir, foram dissolvidos em 20 mL de água destilada. Depois, com o auxílio de uma seringa e agulha elas foram injetadas nos canecos, por meio de uma membrana de borracha que permite essa técnica.

QUADRO 2 – Quantidade de mordentes para o banho por caneco

| Mordente | Quantidade (g) | Nº de canecos |
|---------------------------|-----------------------|----------------------|
| Ácido Tânico | 0,3 | 2 |
| Sulfato Amônio Alumínio | 0,4 | 2 |
| Sulfato Ferroso Amoniacal | 0,3 | 2 |
| Branças (s/ mordente) | - | 2 |

FONTE: Quadro elaborado pelo grupo.

Feito isso, os canecos voltaram à máquina, programada para que elevasse à temperatura a 90 °C. Uma vez alcançada essa temperatura, deixou-se que transcorressem 60 minutos naquele processo.

Transcorrido esse tempo, os canecos foram retirados da máquina e as amostras cuidadosamente tiradas desses, sendo enxaguadas em água corrente da rede de abastecimento da cidade (SAMAE) por cerca de dois minutos. Para tirar o excesso de água das amostras essas foram “amassadas”.

Ao fim, as amostras foram levadas para a estufa de secagem a 60 °C, por cerca de 60 minutos. Depois de secas, foi possível notar maior uniformidade da cor nas amostras.

RESULTADOS

Com esse experimento foi possível constatar mais uma vez que o mordente pode alterar na cor das amostras tingidas, visto que quando estas haviam sido retiradas da máquina ao completarem o primeiro procedimento (sem aplicação da mordentagem), as mesmas apresentavam uma cor, (igual a das amostras brancas). Entretanto após a adição de mordentes aos canecos e mais 60 minutos em máquina, quando as amostras foram retiradas da desta ao fim do segundo procedimento, as mesmas apresentaram diferentes tonalidades entre si.

Ressaltando que as análises foram feitas visualmente, no entanto serão afirmadas ou refutadas as hipóteses através de leituras pelo espectrofotômetro, pelos quais todas as amostras tingidas serão avaliadas.

APÊNDICE F – TESTES DE SOLIDEZ DO TINGIMENTO TÊXTIL SOB EFEITO DA FRICÇÃO SECO E ÚMIDO.

INTRODUÇÃO

O seguinte relatório descreve os testes de solidez dos tingimentos, sob efeito da fricção a seco e a úmido, sendo estes, dois dos objetivos da pesquisa. Disso, foram levantadas as hipóteses: há diferença na solidez do tingimento entre as amostras tingidas com mordentagem prévia, simultânea e posterior, a amostra têxtil tingida com aplicação simultânea do mordente apresenta melhor solidez, sendo aceitável para uso industrial.

Como descrito no objetivo, esses testes foram efetuados em substratos têxteis de algodão tingidos com corante de urucum e com aplicação prévia, simultânea e posterior dos mordentes Ácido Tânico, Sulfato de Amônio Alumínio e Sulfato Ferroso Amoniacal. Além disso, os ensaios foram realizados em duplicatas resultando em 24 amostras. O experimento foi realizado no dia 28 de maio, no Laboratório de Controle de Qualidade do IFSC.

MATERIAS

Os testes de solidez de fricção a seco e a úmido foram feitos num Crockmeter Motorizado da Maqtest. As amostras foram secas com a utilização de uma Estufa de Secagem SL 102 da SOLAB.

Os materiais utilizados para os testes de solidez foram: conta-gotas com água destilada, amostra têxtil testemunha de 5 x 5 cm.

PROCEDIMENTO

Tendo as amostras têxteis tintas, essas foram separadas por mordente e método de aplicação. Para a realização dos testes de solidez da cor, foi consultado a norma ABNT NBR ISO 105-X16:2009, onde foram extraídas informações quanto aos materiais utilizados e ao método de procedimento. Os testes de solidez de cor a fricção a seco e à úmido foram realizados simultaneamente.

Os testes deram início com a fixação da amostra (tinta) de corpo de prova na base do equipamento e do tecido-testemunha (5X5 cm) de algodão alvejado o sob a haste de metal vertical, com a retirada do pino que sustenta a haste. Os dois testes procederam da mesma forma, a única diferença entre estes foi que no teste a úmido foi pingada uma gota d'água a uma altura

de 15 cm do tecido-testemunha. Durante a fixação do tecido-testemunha foi tomado o cuidado para somente o lado direito (verso) do tecido fosse friccionado.

Com a máquina calibrada, o teste foi executado em 10 ciclos (ida e volta) da haste, e a velocidade de 1 ciclo/ seg. Foram realizados os testes de fricção a seco e a úmido com as duplicatas.

RESULTADOS

Com a realização dos testes de fricção a úmido, foi possível notar visualmente que houve uma disparidade de transferência de cor dos corpos de prova para os tecidos-testemunha, dos tingimentos com mordentagem prévia, simultânea, e posterior. Os tingimentos com mordentagem posterior apresentaram melhor solidez visualmente, comparado com os outros processos.

Analisando as amostras têxteis provenientes dos testes de fricção à seco, os resultados foram satisfatórios onde houve pouca ou nenhuma transferência de cor. Também pode-se notar uma igualdade de solidez, dos tingimentos com mordentagem prévia, simultânea, e posterior.

De modo geral, a aplicação do mordente posteriormente ao tingimento garantiu melhor solidez, refutando uma das hipóteses.

Entretanto, analisadas as amostras, o processo que menos transferiu cor para as amostras testemunhas tanto no processo a seco quanto a úmido foi o posterior. Sendo assim refutando a hipótese do grupo que a aplicação simultânea tem o melhor resultado no teste de solidez. Ressaltando que as análises feitas foram todas concluídas visualmente, no entanto serão afirmadas ou refutadas as hipóteses através de leituras pelo espectrofotômetro, pelos quais todas as amostras tingidas serão avaliadas.

APÊNDICE G – TESTES DE SOLIDEZ DO TINGIMENTO TÊXTIL DE AMOSTRAS DE ALGODÃO TINGIDAS COM CORANTE DE URUCUM COM APLICAÇÃO DE MORDENTAGEM PRÉVIA, SIMULTÂNEA E POSTERIOR SOB EFEITO DA LAVAGEM.

INTRODUÇÃO

O seguinte relatório descreve os testes de solidez dos substratos têxteis tingidos com corante natural de Urucum com o uso de mordentagem prévia, simultânea e posterior dos mordentes Ácido Tânico, Sulfato Amônio Alumínio e Sulfato Ferroso Amoniacal, sendo este, um dos objetivos da pesquisa. Disso, foi levanta as hipóteses de que há diferença na solidez do tingimento entre as amostras tingidas com mordentagem prévia, simultânea e posterior, e que, a solidez dos tingimentos, sob efeito da lavagem, da fricção à seco e à úmido, é aceitável para uso industrial.

PROCEDIMENTO

As vidrarias e materiais utilizados nos processos experimentais foram: béqueres de 250 mL e 50 mL, balão volumétrico de 1000 mL, pipeta de 25 mL, pipetador, pisseta com água destilada, bastão de vidro, balança semi-analítica, funil, tesoura, phmetro além da máquina de tingimento por infravermelho, máquina de costura e a estufa, utilizada na secagem das amostras. Os reagentes utilizados foram: detergente industrial em solução aquosa e barrilha (carbonato de cálcio- CaCO_3).

As amostras tingidas pelo grupo pesavam 10,0 g, medindo cerca de 50 cm x 11 cm sendo assim, para realizar os testes de solidez, foram recortadas das amostras originais (inteiras) novas amostras que passariam pelos testes, estas amostras eram de 10 cm x 4 cm, como previa a receita.

Após recortadas todas as amostras foram anexadas aos tecidos-testemunha (algodão pré-alvejado), isso com o auxílio de uma máquina de costura. O tecido-testemunha atua como corpo de prova à solidez da cor das amostras tingidas quando submetidas aos testes de solidez. É através desse tecido que poderão ser obtidos os valores de solidez à cor dos tingimentos, quanto a transferencia de cor, quando os mesmos forem submetidos a leituras em espectrofotômetro.

Em seguida foi preparada a solução de detergente. Em um béquer de 50 mL foram adicionados 4 g de detergente que foi diluído com água destilada e em seguida foi transferido para um balão volumétrico de 1000 mL com o auxílio de um funil. O volume foi completado até 1000 mL com água destilada.

Terminada a solução de detergente, foi conferido com o auxílio de um phmetro o pH da solução que era de 8,54. Como indicado na norma ABNT ISSO 105 CO6, com seleção do teste tipo C1S com temperatura reduzida a 40 °C, equivalente a uma lavagem,

O pH da solução utilizada deveria ser 10,5 +/- 0,1, então foi adicionado barrilha à mesma para que fosse possível atingir esse resultado. A quantidade de barrilha adicionada solução não foi pesada, pois foram adicionadas pequenas quantidades a cada medição realizada, visto que este não é um resultado fixo descrito em receita.

Acertado o pH da solução de detergente foram pipetados da mesma 400 mL para realizar os testes, como foram realizados testes com 8 amostras o valor de detergente adicionada para cada amostra foi de 50 mL.

Adicionados 50 mL de detergente a cada caneco (referente a cada procedimento), as amostras foram inseridas aos mesmos e em seguida os canecos foram fechados e agitados e por fim foram inseridos no Equipamento de Tingimento Infravermelho Mod. IVA da Metal Working durante 30 minutos a temperatura de 40°C.

Decorridos os 30 minutos de teste as amostras foram retiradas da máquina e cada uma foi enxaguada em dois béqueres contendo aproximadamente 100 mL de água destilada, isso para que fossem retirados excessos das amostras. Após serem enxaguadas as amostras foram “amassadas” e inseridas à estufa de secagem por cerca de 60 minutos a temperatura de 45°C.

RESULTADOS

Foi percebido que as amostras desbotaram bastante, pois as mesmas apresentaram tonalidades mais claras após o teste, assim como cada tecido-testemunha (anteriormente apresentava cor branca) após o teste passaram a apresentar coloração parecida a de cada amostra tingida com o corante e a mordentagem.

Talvez isso se deva ao fato de este processo (aplicação de mordentagem simultânea) não seja tão eficaz quanto à solidez da cor das amostras, entretanto, essa foi apenas uma hipótese levantada pelo grupo ao se deparar com tal resultado. Contudo, confirmaremos ou não esta hipótese após as amostras serem submetidas às análises em espectrofotômetro.

APÊNDICE H– LEITURA DA SOLIDEZ DAS AMOSTRAS TINGIDAS E SUBMETIDAS AOS TESTES DE FRICÇÃO A SECO E A ÚMIDO E AO TESTE DE LAVAGEM, EM ESPECTROFOTÔMETRO.

INTRODUÇÃO

O seguinte relatório descreve a execução das leituras em espectrofotômetro das amostras tingidas com corante natural de Urucum, com aplicação de mordentagem prévia, simultânea e posterior dos mordentes Ácido Tânico, Sulfato Amônio Alumínio e Sulfato Ferroso Amoniacal. Este experimento foi realizado com o intuito de atingir um dos objetivos propostos pelo grupo.

Relacionadas a esse experimento, tem-se as hipóteses de que há diferença na solidez do tingimento entre as amostras tingidas com mordentagem prévia, simultânea e posterior, e que, a solidez dos tingimentos, sob efeito da lavagem, da fricção a seco e a úmido, é aceitável para uso indústria, que as amostras tingidas com mordente Sulfato Ferroso Amoniacal apresentam melhores resultados em comparação às amostras tingidas sem o uso de mordentagem.

Como descrito no objetivo, os testes de solidez foram feitos de três formas, onde foi verificada a solidez à lavagem das amostras, da fricção à seco e à úmido destas. A partir desses testes foi possível realizar as leituras em espectrofômetro para que fosse possível obter os valores de solidez que cada amostra apresenta. Os testes foram realizados no dia 02 e 03 de junho, no Laboratório de Controle de Qualidade do IFSC.

PROCEDIMENTOS

Os materiais utilizados neste dia foram as amostras tingidas e submetidas aos testes de solidez e o espectrofômetro. Para tal, as análises realizadas eram lançadas para o programa referente do equipamento, sendo assim, as notas de solidez já eram tabeladas no programa.

Para realizar os testes em espectrofotômetro, o tecido a ser analisado era introduzido a cavidade onde incidiria a luz, e a um tensor que o manteria firme contra o aparelho.

Quando acionado o aparelho através do software, o mesmo disparava uma sequência de três flashes, assim, obtendo três resultados, dos quais foram obtidas médias.

Essa média era constituída de uma escala de 1 à 5, onde cada teste teria seu valor mínimo para ser aceitável na indústria têxtil.

Os testes se deram da seguinte forma, com uma amostra testemunha (amostra não tingida, apenas pré-alvejada) foi obtido o valor padrão para os testes, este valor serviria de “comparação” para as amostras tingidas que seriam analisadas pelo equipamento.

As leituras foram feitas por processos, ou seja, inicialmente foram realizadas as leituras das amostras que haviam sido submetidas ao teste de fricção a úmido. O equipamento foi programado para tal teste e em seguida as amostras foram posicionadas no equipamento e o mesmo realizou as leituras das amostras. Ao término destas leituras foram obtidos os valores de solidez apresentados no QUADRO 1, apresentado a seguir.

QUADRO 1 - Valores das leituras dos testes de solidez da fricção a úmido.

| Mordentes/ Processo | Prévio | Simultâneo | Posterior |
|---------------------------|--------|------------|-----------|
| Branca | 4,5 | 4,75 | 4,5 |
| Ácido Tânico | 3 | 4 | 4 |
| Sulfato Amônio Alumínio | 3,25 | 4,75 | 4,5 |
| Sulfato Ferroso Amoniacal | 3,25 | 4,50 | 5 |

Em seguida foram realizadas as leituras com as amostras submetidas ao teste de solidez a fricção a seco. O equipamento foi programado para o mesmo em seguida as amostras foram posicionadas no equipamento e o mesmo realizou as leituras das amostras. Ao fim das leituras foram obtidos os valores de solidez das amostras referente a fricção a seco como pode ser observado no QUADRO 2, a seguir.

QUADRO 2- Valores das leituras dos testes de solidez da fricção a seco.

| Mordentes/ Processo | Prévio | Simultâneo | Posterior |
|---------------------------|--------|------------|-----------|
| Branca | 5 | 5 | 5 |
| Ácido Tânico | 4,25 | 5 | 4,5 |
| Sulfato Amônio Alumínio | 4,5 | 5 | 5 |
| Sulfato Ferroso Amoniacal | 4,75 | 4,75 | 5 |

Encerradas as leituras referentes aos testes de fricção pelos quais as amostras tingidas foram submetidas deu-se início as leituras referentes à solidez a lavagem das amostras tingidas. Esta leitura se deu de duas formas, inicialmente avaliou-se a solidez a lavagem representada pelo tecido-testemunha, tecido pelo qual a amostra tingida foi envolta e aí passou pelo teste de solidez. Posteriormente a leitura foi realizada com as amostras originais, amostras que haviam passado pelo teste de solidez envolvida ao tecido- testemunha.

Para a primeira leitura, como assim julgamos, o equipamento foi programado e a determinação do padrão para as leituras foi realizada com uma amostra testemunha. Após isso foi dado início as leituras. A leitura foi feita com todos os tecidos-testemunha costuradas às amostras tingidas, e assim, o equipamento fez a leitura da mesma, lançando a nota para o programa no computador. O mesmo procedimento foi realizado com todas as amostras tingidas, sendo por mordente e momento de sua aplicação. Os valores obtidos com essas leituras está demonstrado no QUADRO 3 a seguir.

QUADRO 3- Valores dos testes de solidez a lavagem (transferencia de cor).

| Mordentes/ Processo | Prévio | Simultâneo | Posterior |
|---------------------------|--------|------------|-----------|
| Branca | 3,5 | 2,5 | 3 |
| Ácido Tânico | 2,5 | 2,75 | 2,75 |
| Sulfato Amônio Alumínio | 3,5 | 2,75 | 3,25 |
| Sulfato Ferroso Amoniacal | 3,50 | 2,75 | 3,5 |

Para as leituras da amostras “originais” (acompanhadas pelo tecido-testemunha, amostras tingidas) foi necessária uma nova programação do equipamento, sendo que para este processo o padrão para as leituras foram determinados através das amostras tingida cada qual, referente a seu respectivo mordente. A determinação era realizada através da leitura da parte das amostras que não havia sido submetida a testes de solidez. Sendo assim, estas amostras passavam pela leitura e então as mesmas eram definidas como padrão de comparação para as amostras submetidas ao teste de solidez a lavagem.

Após isso, as amostras que haviam sido submetidas aos testes de solidez a lavagem passaram pela leitura no espectrofotômetro e foram comparadas ao padrão anteriormente estabelecido pela amostra “original”, estas receberam notas referentes à solidez que apresentavam em comparação a amostra original. Estas notas estão demonstradas no QUADRO 4 a seguir.

QUADRO 4- Valores dos testes de solidez ao desbotamento (alteração) de cor.

| Mordentes/ Processo | Prévio | Simultâneo | Posterior |
|----------------------------|--------|------------|-----------|
| Branca | 2,5 | 2 | 2,75 |
| Ácido Tânico | 3,5 | 2 | 1,5 |
| Sulfato Amônio Alumínio | 1,75 | 1,75 | 1,5 |
| Sulfato Ferroso Aminiactal | 1,25 | 2 | 2,5 |

RESULTADOS

Foi percebido que ambos os substratos que não continham mordente (brancos), tiveram melhores resultados comparados aos substratos com mordente. Podemos justificar esse fenômeno, pois, os tingimentos que não contam nenhum mordente, estes, teriam uma maior liberdade para se ligar a fibra, obtendo assim, melhores resultados a fricção, provenientes de sua maior resistência resultante de sua quantidade a mais de ligações com o tecido.

Os demais substratos resultaram em notas semelhantes, entre 3 e 4,75, justificando a influencia dos mordentes nos tingimentos.

Foi notado novamente que os substratos sem a presença de algum mordente (Branco), em ambos os processos, obtiveram as melhores notas, porém, os valores de cada resultado foram maiores, assim, ressaltando o Sulfato Amônio Alumínio, que em todos os tempos de aplicação do mordente, obteve uma nota maior ou igual a 4,5.

As amostras com o mordente Sulfato Ferroso Amoniaco, resultaram em uma maior nota em ambos os processos de adição do mordente. Nesses teste de solidez a lavagem, podemos justificar que com a adição desse mordente, apresenta-se uma maior resistência ao teste, assim, obtendo as maiores notas. Os demais testes tiveram resultados semelhantes, porém em quantidades menores.

Os substratos que passaram pelo teste de solidez ao desbotamento, tiveram notas inferiores a mínima aceitável (4). Porém, resalta-se o Ácido Tânico prévio, com uma nota de 3,5 e os substratos sem mordente (Branco), que apresentaram o melhor grupo de resultados, mesmo estando abaixo da mínima permitida.