

**CENTRO PAULA SOUZA**



**Faculdade de Tecnologia de Americana**

**PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA TÊXTIL**

**PAULO GUILHERME FERNANDES**

**Orientador: Professor Dr. João Batista Giordano**

***TIE DYE* COM REAPROVEITAMENTO DE CORANTE REATIVO  
(RESIDUAL DE LASTRO DE *FOULARD*)**

**Americana / SP  
2014**

**FATEC-AM BIBLIOTECA**

FACULDADE DE TECNOLOGIA DE AMERICANA

PAULO GUILHERME FERNANDES

***TIE DYE* COM REAPROVEITAMENTO DE CORANTE REATIVO  
(RESIDUAL DE LASTRO DE *FOULARD*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Tecnologia de Americana como parte das exigências do curso de Pós-Graduação em Química Têxtil, para obtenção do título de Especialista.

**Orientador: Professor Dr. João Batista Giordano**

**Americana / SP  
2014**

A todos aqueles que contribuíram de alguma maneira para a concretização desse meu sonho, à minha família que me forneceu o alicerce da minha busca pelo título de pós-graduação.

## AGRADECIMENTOS

Principalmente a Deus, nosso criador, que me permitiu através de suas bênçãos chegar até aqui.

A minha esposa Juliana, aos meus filhos Vítor e Maria Paula, minha mãe Dona Lourdes, e meu irmão Cyro, que sempre me apoiaram em cada etapa da minha vida, ajudando, incentivando em tudo.

Aos sogros, Seu Rubens e Dona Odila, que ajudaram a cuidar da minha esposa e meus filhos durante minha ausência, possibilitando minha dedicação aos estudos.

Ao meu Professor Doutor João Batista Giordano, por todo conhecimento transmitido, companheirismo e principalmente por ter acreditado no meu projeto.

A todos os professores que ministraram aulas no decorrer do curso, e aos colegas de classe pela convivência e amizade durante esse período.

Paulo Guilherme Fernandes

## RESUMO

O trabalho consiste na pesquisa sobre o reaproveitamento da sobra do corante reativo, proveniente do lastro do processo industrial de tingimento por impregnação visando uma futura reutilização desse tipo de resíduo em tingimentos artesanais com a técnica *tie dye*.

O corante reativo é altamente poluente e seu descarte requer tratamentos específicos que nem sempre são eficientes. O reaproveitamento sugerido reduzirá, no mínimo, parte desse descarte, sendo certo que além da redução do efluente industrial, gerará economia de insumo no futuro tingimento artesanal.

O *foulard* de tingimento gera uma sobra de banho indesejável que é composta pela variação do *pick-up* dos seus cilindros espremedores, e do lastro da bacia do equipamento. O lastro é o volume fixo de banho necessário para preencher a bacia de impregnação, e independentemente do peso do material, não será utilizado. Esse volume de banho é somado ao percentual de retenção do banho no substrato a ser tingido, e posteriormente é descartado por não ter utilidade, pois teoricamente as moléculas do corante também reagem com as da água.

O experimento consistiu em produzir em laboratório uma solução simulando o banho industrial de tingimento, e durante quinze dias essa mesma solução foi utilizada para tingir uma amostra de malha de algodão por dia, para observar a hidrólise do corante através do comportamento do fenômeno cor, produzida por aquela solução ao longo do tempo. Outros tingimentos paralelos foram realizados, com concentrações diferentes de corante para traçarmos um comparativo e descobrirmos o poder tintorial da solução ao longo do experimento.

A técnica para tingir as amostras foi apenas a simples imersão no banho, simulando o tingimento artesanal *tie dye*. No final do prazo estipulado a sobra daquela solução foi utilizada para a produção do tingimento de uma camisa

comprovando que mesmo após quinze dias de seu preparo, aquele banho, que seria descartado na indústria, tem utilização, e poderá reduzir o impacto ambiental e gerar reaproveitamento de matéria prima visando o conceito de sustentabilidade.

## ABSTRACT

The work consists of research on the reuse of leftover reactive dye, from the ballast of the industrial dyeing by impregnation process, aiming a future reuse of such waste in artisanal dyeing technique with tie-dye.

The reactive dye is highly polluting and its disposal requires specific treatments that are not always effective. The suggested reuse reduce at least part of that disposal , given that besides the reduction of industrial effluent will also generate further resource yield for the handmade dyeing .

The foulard dyeing generates a surplus of unwanted bath which consists of the variation of the pick-up of their juicers cylinders, and ballast equipment basin. The ballast is the fixed bath volume needed to fill the bowl of impregnation and regardless of the weight of the material, it will not be used. This volume is added to the bath retention percentage of the bath on the substrate to be dyed, and is subsequently discarded due to its lack of use, because theoretically the dye molecules are also expected to react with water molecules.

The experiment consisted in producing a solution in the laboratory to simulate the industrial dyeing bath, and a fortnight this same solution was used to stain a sample of cotton per day to observe the hydrolysis behavior of the dye through the phenomenon of color produced by that solution over time . Other parallels dyeings were carried out with different concentrations of dye to trace a comparative and discover the tinting strength of the solution throughout the experiment.

The technique for dyeing the samples was just simply soaking in the bath, simulating the artisanal dyeing tie dye. At the end of the stipulated time the residual solution was used for the production of dyeing a shirt proving that even after fifteen days of its preparation , the initial bath , which would have been discarded in the

industry , possess use , and can reduce the environmental impact and generate the reuse of material targeting the concept of sustainability.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Esquema do <i>Foulard</i> .....	16
<b>Figura 2</b> - Esquema de reação entre corante e celulose .....	18
<b>Figura 3</b> - Hidrólise do corante reativo .....	19
<b>Figura 4</b> - Esquema do lastro de <i>Foulard</i> .....	20
<b>Figura 5</b> - Processo Tie Dye .....	23
<b>Figura 6</b> - Amarração da camiseta .....	24
<b>Figura 7</b> - A aplicação do corante .....	24
<b>Figura 8</b> - Camiseta <i>Tie Dye</i> feita em aula(frente) .....	25
<b>Figura 9</b> - Camiseta <i>Tie Dye</i> feita em aula(verso) .....	26
<b>Figura 10</b> - Tingimentos com solução de corante hidrolisado .....	28
<b>Figura 11</b> - Comparações entre o 1º dia e os demais .....	29
<b>Figura 12</b> - Resultado entre o 1º e o último tingimento .....	30
<b>Figura 13</b> - Ampliação da Figura 12 .....	30
<b>Figura 14</b> - Parte da frente da camiseta .....	31
<b>Figura 15</b> - Parte de trás da camiseta .....	31
<b>Figura 16</b> - Resultado dos tingimento feitos para comparação .....	32
<b>Figura 17</b> - Comparativos entre o 15º tingimento e os padrões .....	33
<b>Figura 18</b> - Comparativos entre o 15º tingimento e os padrões .....	34
<b>Figura 19</b> - Comparando resultados .....	35

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	10
<b>1. OBJETIVO</b> .....	11
1.1 Objetivo Geral .....	11
1.2 Objetivo específico .....	11
<b>2. JUSTIFICATIVA</b> .....	13
<b>3. O CORANTE REATIVO</b> .....	14
3.1 Histórico .....	14
3.2 A Aplicação .....	15
3.2.1 O <i>Foulard</i> .....	15
3.2.2 <i>Pick-up</i> .....	16
3.2.3 A Montagem na fibra .....	17
3.2.4 As Reações .....	18
3.2.4.1 Com a fibra .....	18
3.2.4.2 Com a água(hidrólise) .....	19
3.2.5 O Lastro .....	19
3.3 Efluente .....	21
<b>4 O TIE DYE</b> .....	21
4.1Histórico .....	22
4.2 Técnica usada .....	22
<b>5 O REAPROVEITAMENTO</b> .....	26
5.1 Experiência .....	27
5.2 Padrões de comparação .....	32
5.3 Análise dos Resultados .....	35
<b>6 RESTRIÇÕES</b> .....	36
<b>7 CONCLUSÃO</b> .....	37
<b>8 BIBLIOGRAFIA</b> .....	38

## INTRODUÇÃO

Tendo em vista o desperdício de corante proveniente do equipamento denominado *foulard* de tingimento que é utilizado no processo de impregnação, somado a dificuldade no tratamento do efluente gerado por esse corante, e ainda vislumbramos a possibilidade de sua reutilização em tingimentos artesanais do tipo *tie dye*. Essa pesquisa tenta estabelecer o poder tintorial desse, te então considerado efluente, como sendo uma nova opção quando falamos sustentabilidade, pois reduzirá a quantidade de efluentes além de economizar e reaproveitar matéria prima.

O presente trabalho descreve a experiência que comprova que o banho de tingimento pode ser armazenado e utilizado mesmo depois de estocado por um prazo de 15 dias, nele estão contidos assuntos que falam sobre o corante reativo, o equipamento de tingimento, a técnica de tingimento artesanal empregada, denominada *tie dye*, e por fim a produção de uma peça(camiseta) tingida nos moldes acima.

## 1 OBJETIVO

O presente trabalho tem por objetivo verificar a possibilidade da utilização do residual do banho de corante reativo, proveniente do lastro do processo industrial de tingimento por impregnação, para descobrir se é viável a destinação dessa sobra de corante em tingimentos artesanais do tipo *tie dye*, reduzindo o descarte desse efluente têxtil e economizando corante no tingimento artesanal, sendo esta pesquisa o meu Trabalho de Conclusão de Curso para a conclusão da minha pós-graduação.

### 1.1 Objetivo Geral

Atingir o êxito na conclusão da pesquisa e até mesmo divulga-la de alguma forma, para que, futuramente essa hipótese levantada possa ser confirmada e dê início a um estudo mais aprofundado que possibilite a utilização desse tipo de efluente não só na esfera artesanal, mas sim em escala industrial, fazendo que esse descarte faça parte de um novo banho de tingimento, criando uma maneira sustentável de lidar com esse resíduo industrial e gerando economia de insumos, e redução do impa.

### 1.2 Objetivo Específico

Na primeira etapa temos como objetivo concluir toda a pesquisa das partes do trabalho que falam sobre o corante reativo, o processo industrial de tingimento e o efluente gerado em decorrência do lastro do equipamento, a técnica artesanal do *tie dye*, depois disso nos concentraremos na observação do comportamento da solução residual do corante reativo, e seu poder tintorial em função do tempo,

realizando experimentos laboratoriais, a análise dos resultados e elaborando posteriormente a parte escrita do trabalho.

Depois de concluída a parte escrita, daremos início a produção da nossa apresentação.

## 2 JUSTIFICATIVA

Durante o tempo em que trabalhei em tinturarias industriais sempre me questioneei sobre o desperdício de corante reativo proveniente do lastro do equipamento *foulard*, e foi em uma das aulas prática do presente curso, ao realizarmos tingimentos com esse tipo de corante, tive a ideia de utilizarmos o residual do banho de tingimento, proveniente do lastro do equipamento, para tingir uma camisa com a técnica *tie-dye*, foi quando que surgiu a curiosidade de avaliar o comportamento da hidrólise do corante em função do tempo, e ainda avaliar o poder tintorial desse banho, para um futuro reaproveitamento.

Através de conhecimentos empíricos e após várias pesquisas constatei que a destinação da sobra do banho desse tipo de tingimento é dispensada, gerando um efluente indesejável e de difícil descarte, pois requer tratamentos específicos para reduzir as agressões ao meio ambiente.

A pesquisa consiste em produzir tingimentos de amostras de malhas, com uma solução de corante simulando a sobra industrial, e durante quinze dias tingiremos as amostras com a mesma solução para observar o resultado e avaliar a hidrólise do corante reativo e o poder tintorial ao longo do experimento.

O trabalho sugere, como inovação tecnológica, a utilização desse efluente indesejável, como matéria prima sustentável em tingimentos artesanais com aplicação da técnica *tie dye*, reduzindo assim o volume de efluente, e economizando insumos.

## 3 O CORANTE REATIVO

Corante é uma substância orgânica com um elevado poder de coloração(Andrade Filho e Souza, 1987) , e possui uma variedade muito grande de tipos com características e aplicações diferentes.

### 3.1 História

A classe de corantes reativos foi introduzida no mercado no ano de 1956, quando a empresa britânica ICI, lançou o corante Procion Amarelo RS(ICI - CI *Reactive Yellow 4*).

Esse tipo de corante recebeu essa denominação em decorrência de sua capacidade de reagir quimicamente com as fibras celulósicas e algumas fibras protéicas, isso quando em meio alcalino, formando ligações covalentes entre as fibras e o grupamento reativo das moléculas dos corantes.

Uma das maiores vantagens desse corante, em relação aos corantes diretos, é uma superior solidez a lavagem e a gama, intensidade e brilho das cores.

Nesse trabalho utilizaremos o corante Cibacron Azul Brilhante FN-G, que possui como grupamento reativo a flúortriazina.

A molécula do corante reativo é dividida em duas partes principais, segundo Maluf e Kolbe(2003), que são chamados de grupamentos cromóforos e axicromos, e resumidamente o primeiro contém a parte colorida da molécula, que é responsável por conferir cor ao substrato, e o segundo as estruturas responsáveis pela reação com a fibra e os elementos solubilizantes.

Existem vários tipos de grupamentos reativos, sendo os mais comuns os compostos por triazina e vinilsulfona. O grupo cromóforo mais encontrado no mercado é o azo (-N=N-) e corresponde a aproximadamente 60% dos corantes, já o segundo grupo cromóforo mais importante são formados por antraquinona.

### **3.2 A aplicação**

No Brasil, atualmente, segundo a ABIQUIM, cerca de 57% dos corantes utilizados na área de produção têxtil é da classe de corantes reativos.

Existem inúmeros processos industriais feitos com essa classe de corantes, que pode ser usado em estamparias, tingimentos por esgotamento, por impregnação em processos contínuos e semicontínuos, que é o caso do presente trabalho.

#### **3.2.1 O *Foulard***

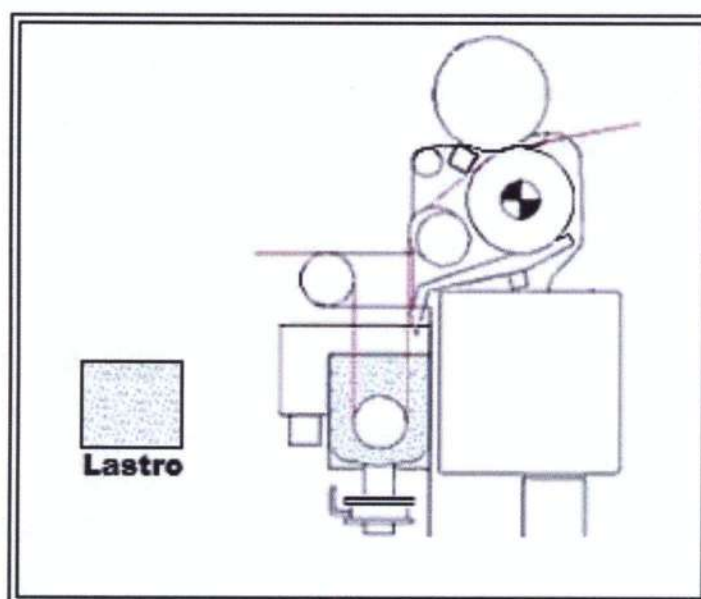
Nas tinturarias o maquinário utilizado para impregnação do substrato é denominado *Foulard*, que serve não só para o tingimento do tecido como também possui outras aplicações, a exemplo do beneficiamento primário (desengomagem, caustificação, etc...) e no enobrecimento com a adição de diversos tipo de resinas, amaciantes e afins.

O referido equipamento consiste basicamente em duas partes, sendo uma bacia de impregnação e um par de cilindros espremedores. Logo que o tecido entra na máquina passa pela bacia onde fica o banho de corante, sendo puxado por um mecanismo enrolador na parte frontal da máquina e logo que sai da bacia



de impregnação passa entre dois cilindros que espremam o excesso de banho para a quantidade de absorção desejada.

Figura 1 - Esquema do *Foulard*



Fonte: Arquivo do Autor

### 3.2.2 Pick-up

A melhor maneira de definirmos o *Pick-up* é a porcentagem de banho retida no tecido após ter sido impregnado com o banho e passado pelos cilindros espremedores do equipamento *foulard*. (Salim; De Marchi e Menezes2005).

O seu cálculo é feito a partir da equação resultante da subtração dos pesos seco e úmido do substrato, multiplicados por 100 e divididos pelo peso seco, conforme segue:

$$\% \text{ de retenção} = \frac{(\text{Peso molhado} - \text{Peso seco}) \times 100}{\text{Peso seco}}$$

Para a determinação de um percentual de retenção primeiro pesamos uma amostra de tecido seco, e posteriormente imergimos ela no banho e em seguida submetemos a mesma a espremedura dos cilindros do *foulard*, voltando a pesá-la.

Exemplificando, e atribuindo valores para a amostra seca como sendo 10g e após impregnação e espremedura 17,8g o cálculo fica assim para % de retenção igual a X:

$$X = \frac{17,8 - 10 \times 100}{10}$$

$$10X = 7,8 \times 100$$

$$10X = 780$$

$$X = 78$$

Ou seja, nesse caso o *Pick Up* é de 78%.

### 3.2.3 A Montagem do Corante

Basicamente, após a impregnação, o corante absorvido pela fibra se difunde por todo o substrato, e o corante em contato com a fibra começa a reagir iniciando sua fixação, e no processo utilizado neste trabalho, permanece em repouso por vinte e quatro horas para das tempo de reação. Após esse repouso o substrato é

submetido a uma lavagem para eliminação do corante que não reagiu com as fibras, melhorando assim seu aspecto e solidez, além da neutralização do álcali.

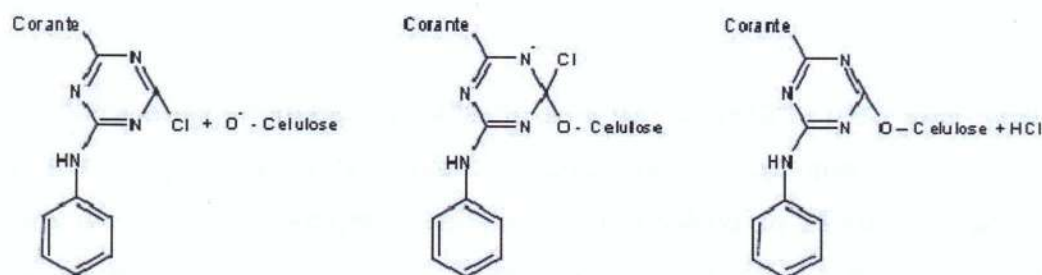
### 3.2.4. As Reações

Durante o processo de tingimento com corante reativo, quando em meio alcalino, ocorrem duas reações distintas, a desejável, que é entre o corante e a fibra, e uma indesejável que é entre o corante e a água, esta última denominada de hidrólise.

#### 3.2.4.1 Com a fibra

As reações entre o corante e a fibra são do tipo ligações covalentes e a molécula do corante passa a integrar a molécula da fibra. Essas reações podem ocorrer por substituição, que é o caso dos grupamentos triazinicos, quando esse grupo é portador de um ou mais átomos de cloro ou de flúor, e por adição no caso dos corantes a base de grupamentos vinilsofonicos. Segue abaixo um esquema de reação entre corante e a celulose.

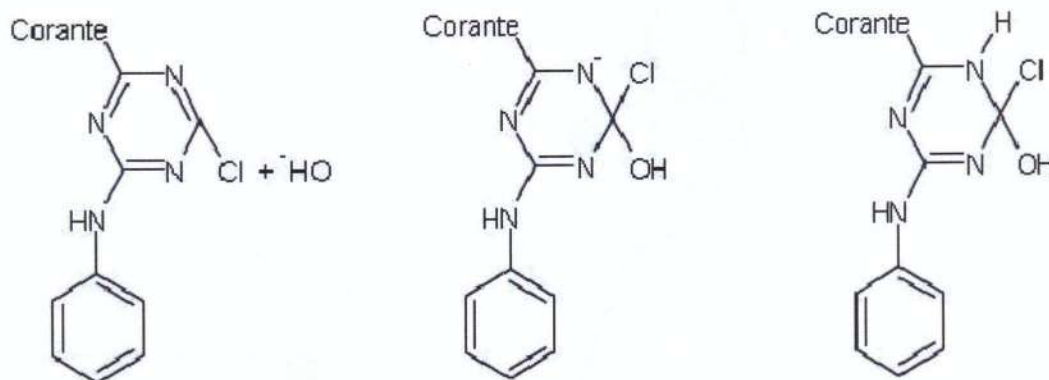
Figura 2 - Esquema de reação entre corante e celulose



### 3.2.4.2 Com a água(Hidrólise)

A mesma capacidade que o corante possui em reagir com a fibra, possui também em relação à hidroxila existente na molécula da água, sendo esta uma reação indesejável, e o motivo do banho de tingimento ser dispensado e não reaproveitado. Essa reação é denominada de hidrólise e ocorre conforme esquema abaixo.

Figura 3 - Hidrólise do corante reativo



Fonte: Revista Química Têxtil n.93/Dezembro 2008, p.15

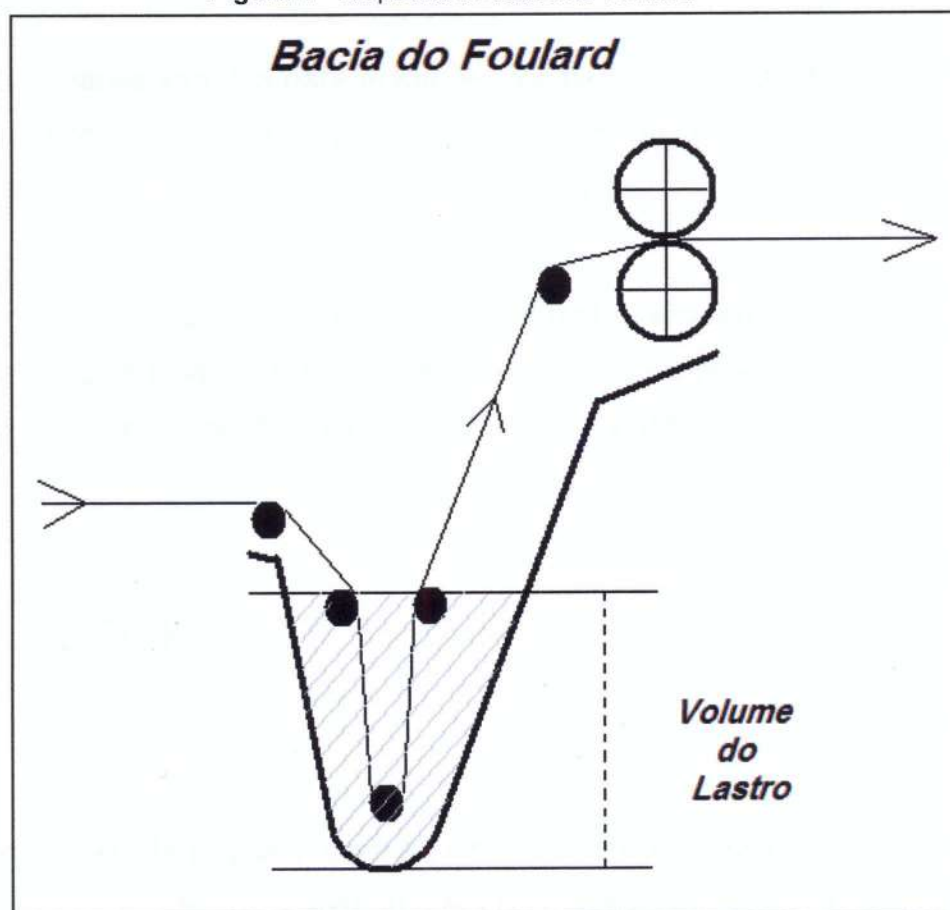
### 3.2.5 O Lastro

Lastro é a denominação dada ao volume necessário para preenchimento da bacia de impregnação do *foulard*. É uma quantia fixa que varia apenas de equipamento para equipamento, e possui volume médio de 25 litros. Esse volume é fixo e corresponde ao limite inferior interno da bacia, até a cobertura do cilindro de passamento superior da mesma, conforme esquema abaixo.

Se houver variação desse volume, irá alterar o tempo de imersão do tecido no banho podendo ocasionar problemas na uniformidade do tingimento, como por exemplo, intensidades diferentes no sentido do urdume.

Após o tingimento esse corante não possui nenhuma utilização na indústria e é descartado como efluente.

Figura 4 - Esquema do lastro de *Foulard*



Fonte: Elaborado pelo Autor

### 3.3 O Efluente

Corante é difícil ser tratado e seu descarte no meio ambiente causa um grande impacto e gera grandes preocupações no mercado têxtil, no que tange a questão ambiental. Os corantes são essenciais para a indústria têxtil.

O corante reativo possui uma taxa de fixação que varia entre 60% e 90%, se acrescentarmos o lastro do *foulard*, teremos uma grande concentração de corantes no despejo industrial.

Existem vários estudos para tentar reduzir os danos causados por esse tipo de corante, porém os estudos demonstram que os processos convencionais de tratamento não apresentam resultados satisfatórios.

O corante reativo despejado sem tratamento, acarreta além da poluição visual, sérias alterações no meio ambiente afetando inclusive o processo de fotossíntese e abastecimento público de água (SILVA, 2005).

## 4 O TIE DYE

O termo vem da língua inglesa e significa amarrar e tingir, porém apesar de ser um termo em inglês sua origem não é nas Américas ou na Europa, mas sim na África e na Ásia, sendo considerada uma técnica muito antiga e utilizada por várias culturas em toda parte do mundo, principalmente pelos povos caribenhos, africanos e asiáticos.

## 4.1 Histórico

Não se sabe ao certo quando a técnica do tingimento artesanal conhecida com "*tie dye*" passou a ser usada. No Japão recebe o nome de *Shibori*, e existem registros que desde o século VI e VII, já se utilizavam dessa técnica. Na África é denominado *Batik*, e não se sabe ao certo desde quando é utilizado.

Embora seja um tingimento artesanal e milenar, o *tie dye* foi mundialmente difundido e popularizado pelo movimento hippie, entre as décadas de 1960 e 1970.

## 4.2 Técnica usada

Existem diversas maneiras de se produzir um *tie dye*, variando entre amarrações, cores e forma de aplicação do corante, onde o resultado quase sempre é único e improvável.

Essa técnica de tingimento artesanal consiste em amarrar com cordas, ou barbantes o tecido, ou até mesmo atar nós no mesmo, para depois imergir-lo em banhos com corante, ou ainda despejar corante por cima. Após o corante ter penetrado na fibra, desamarra-se o tecido, ou desatam-se os nós e se promove a lavagem. Os efeitos produzidos são variados e proporcionam, além de inusitados desenhos, várias cores em *degradês*.

Existem inúmeros padrões de desenhos para serem feitos e nossa proposta não é ensiná-los, vamos narrar como foi elaborada a primeira camiseta tingida, como demonstração da técnica do tingimento.

Para um melhor entendimento sobre essa técnica vamos ilustrar com fotos extraídas do site <http://www.dharmatrading.com/gifts/the-spiral-tie-dye-basics.html>, onde as imagens mostram passo a passo as etapas da técnica para a obtenção do efeito desejado.

Figura 5 - Processo Tie Dye

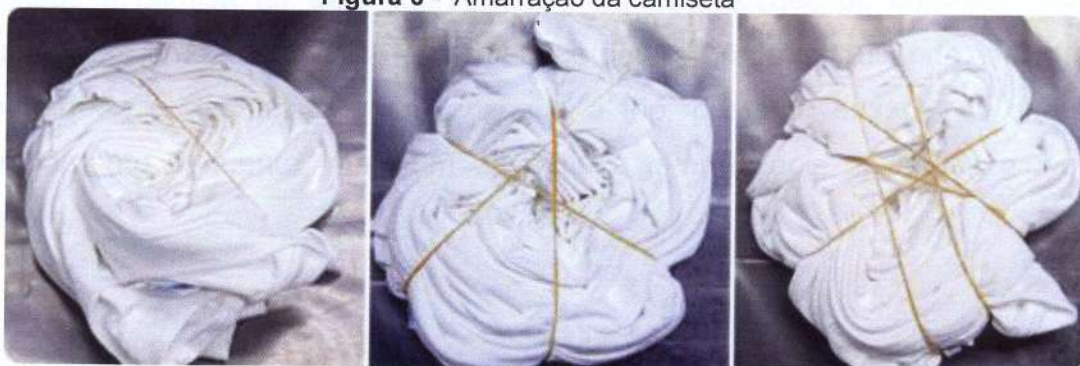


Fonte: Dharma Trading Co.

Na foto: A) temos uma camisa de malha branca com um início de torção em espiral; B) na imagem seguinte vemos a continuação da torção; C) a camiseta quase que totalmente enrolada; e D) mostra como fica a camisa após seu enrolamento.



Figura 6 - Amarração da camiseta



Fonte: Dharma Trading Co.

As imagem acima já mostram a camiseta torcida sendo amarrada com elásticos.

Figura 7 - A aplicação do corante



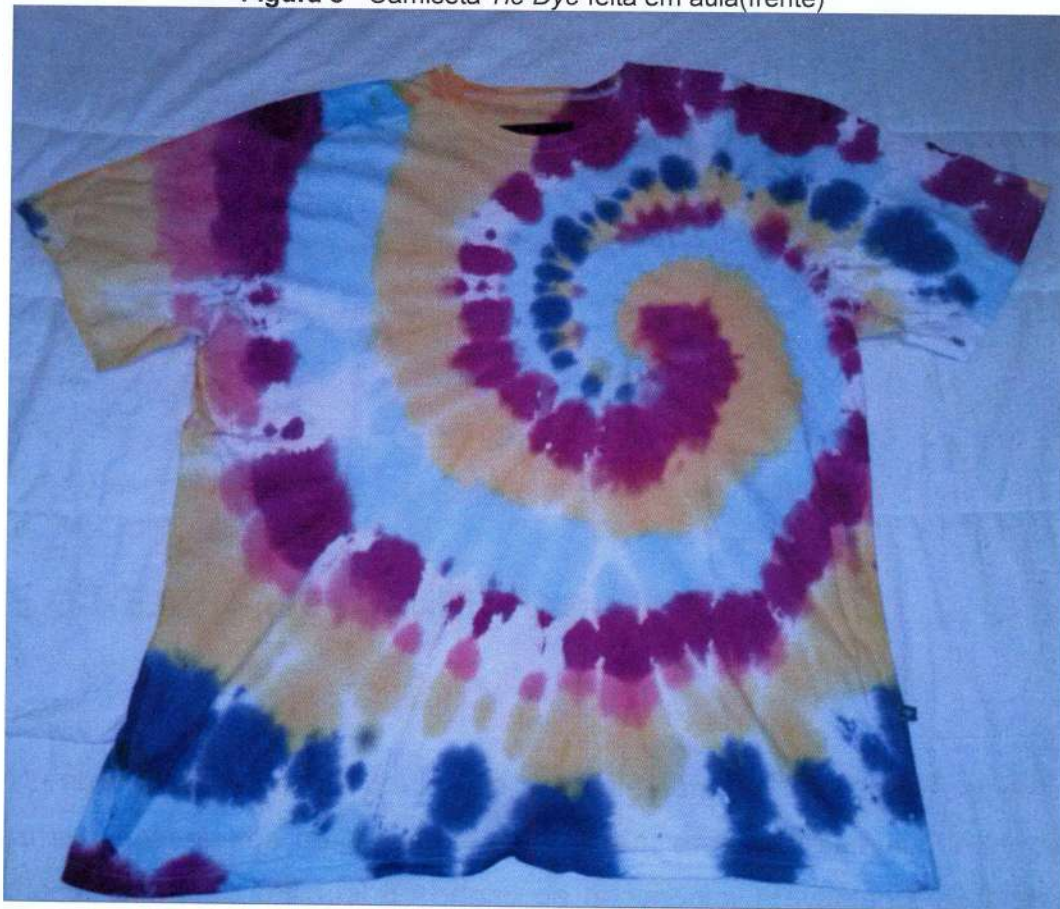
Fonte: Dharma Trading Co.

E finalmente a distribuição de vários banhos distintos de corantes.

Após a camisa ter sido impregnada com as soluções de corantes, ela é embalada em um saco plástico e permanece por 24 horas repousando, e findado esse período é submetida a um enxágue a frio, posterior enxágue a quente, ensaboamento a quente, mais um enxágue a quente, dois enxágues a frio e secagem.

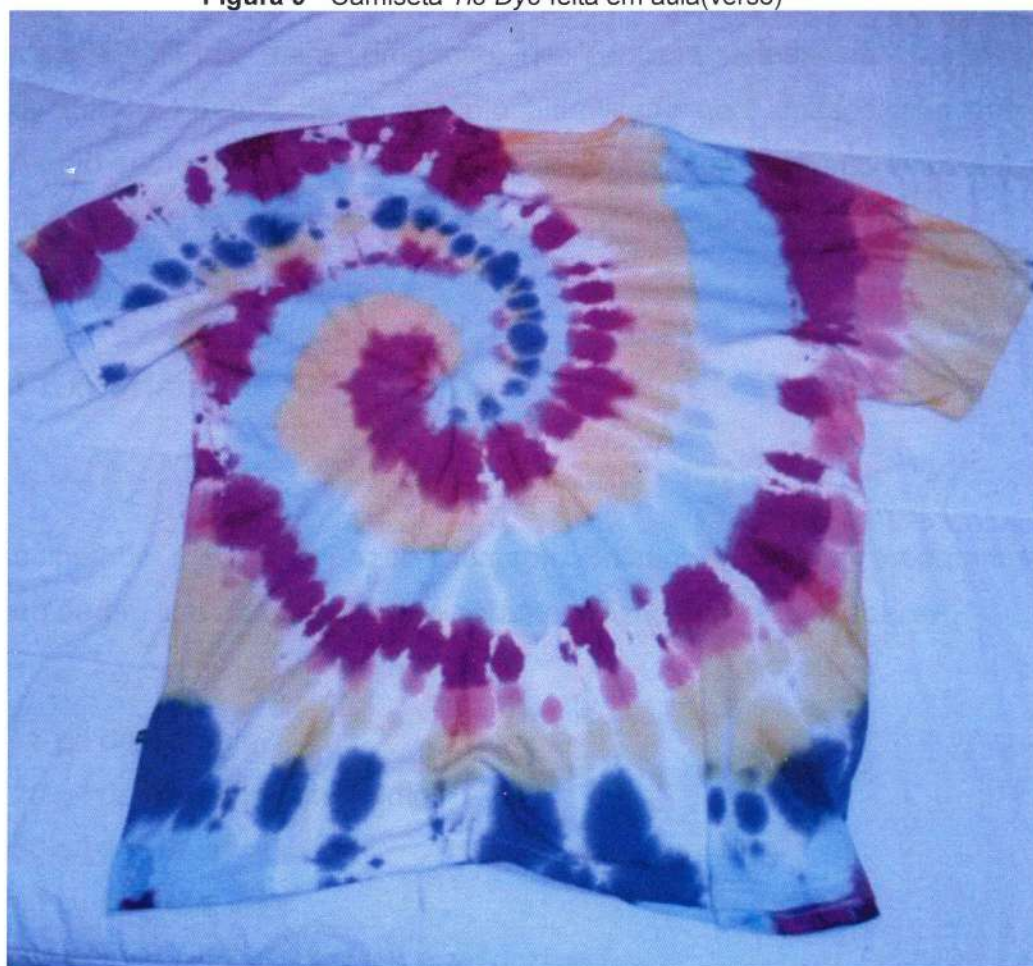
As imagens abaixo mostram o resultado real da camiseta que foi por nós produzida, com o aproveitamento do lastro proveniente dos tingimentos realizados no *foulard*, durante a aula prática acima mencionada.

**Figura 8** - Camiseta *Tie Dye* feita em aula(frente)



Fonte: Arquivo do Autor

**Figura 9** - Camiseta *Tie Dye* feita em aula(verso)



Fonte: Arquivo do Autor

## 5 O REAPROVEITAMENTO

Durante uma das aulas prática do presente curso, mais especificamente ao realizarmos tingimentos com corante reativo, em processo semicontínuo, tive a ideia de utilizamos o residual do banho de tingimento, proveniente do lastro do *foulard*, para tingir uma camisa com a técnica *tie dye*, conforme descrito no capítulo anterior.

Após essa demonstração surgiu a ideia de reaproveitamento do lastro de tingimentos industriais para produção de camisas artesanais, porém não sabíamos qual a quantidade de corante hidrolisado que ainda existia naquele banho, sendo então resolvido produzir tingimentos diários com uma única solução que foi usada para tingir uma amostra por dia, durante quinze dias.

## 5.1 Experiência

Escolhemos o corante Azul Cibacron Brilhante FN-G e preparamos a simulação de um litro de banho desse corante utilizando a receita abaixo:

5 g/l de Corante  
20 g/l de Carbonato de Sódio  
150 g/l de Uréia  
1000 ml de Água

O corante é o responsável em dar a cor ao substrato a ser tingido, já o carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) é responsável em fornecer o pH alcalino do banho, propiciando a condição favorável para que ocorra a reação entre o corante e a fibra, e a uréia ( $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ ), funciona como agente higroscópico, além de desagrega as moléculas do corante, aumentando os números utilizáveis dos grupamentos reativos.

Depois do banho preparado uma amostra de tecido de malha confeccionado em 100% de fibra de algodão, que foi colocada em um Becker de plástico e por sobre essa amostra foi despejado certa quantidade de corante, conforme é feito no *tie dye*.

Em seguida a amostra foi enrolada em um pedaço de plástico e permaneceu por 24 horas em repouso, tendo sido posteriormente enxaguada a frio, enxaguada

a quente, ensaboada a quente, mais um enxágue a quente, dois enxágues a frio e finalmente seca.

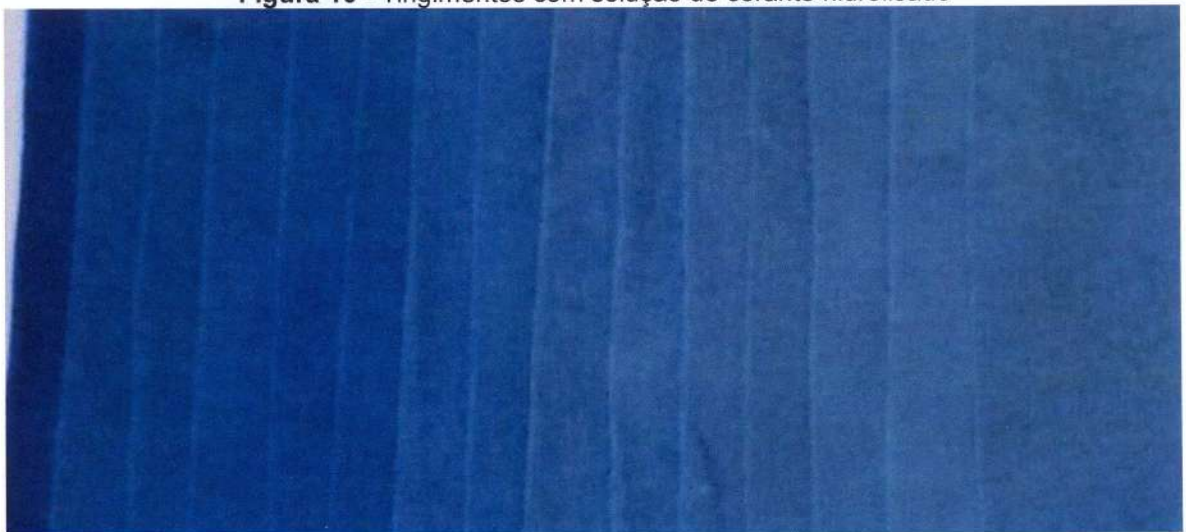
O resultado do primeiro tingimento, em tese, corresponde a uma concentração de cinco gramas de corante por litros de água, e essa amostra será considerada o padrão.

Posteriormente foram feitos outros quatorze tingimentos com a mesma solução de corante, um por dia, sempre com a lavagem após repouso de 24 horas.

No último dia do experimento foi providenciado o tingimento de uma camiseta de malha de algodão de cor branca, que foi amarrada e teve parte dela imergida no restante daquela solução que já havia sido preparada, e alcalinizada, quinze dias antes. A camiseta seguiu o mesmo processo de repouso e lavagem e as fotos abaixo, são os resultados fidedignos do experimento.

Abaixo vemos o resultado dos quinze tingimentos feitos com a solução de corante, supostamente hidrolisada.

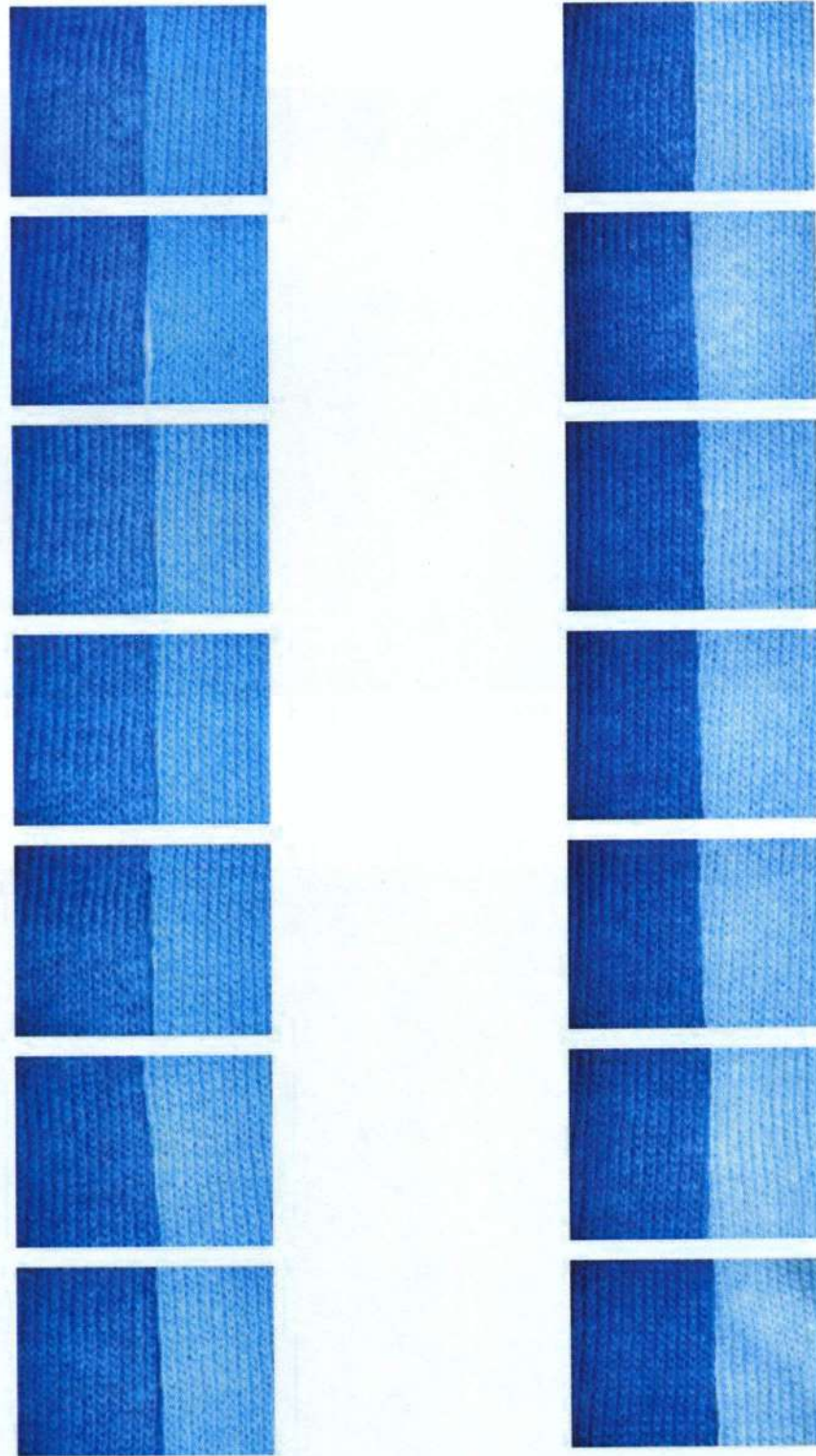
**Figura 10** - Tingimentos com solução de corante hidrolisado



Fonte: Arquivo do Autor

As fotos a seguir são as comparações dos resultados entre a primeira amostra tingida e as demais que foram sendo tingidas diariamente entre o segundo e o décimo quinto dia de experimento.

**Figura 11** - Comparações entre o 1º dia e os demais



Fonte: Arquivo do autor

As próximas duas imagens abaixo representam a variação de intensidade de cor entre o primeiro dia e o décimo quinto dia de tingimento de experimento, sendo a segunda foto, uma ampliação da primeira.

**Figura 12** - Resultado entre o 1º e o último tingimento



Fonte: Arquivo do Autor

**Figura 13** - Ampliação da Figura 12



Fonte: Arquivo do Autor

As fotos a seguir foram tiradas da camisa produzida com o corante após quinze dias da preparação da solução.

**Figura 14** - Parte da frente da camiseta



Fonte: arquivo do Autor

**Figura 15** - Parte de trás da camiseta



Fonte: arquivo do Autor



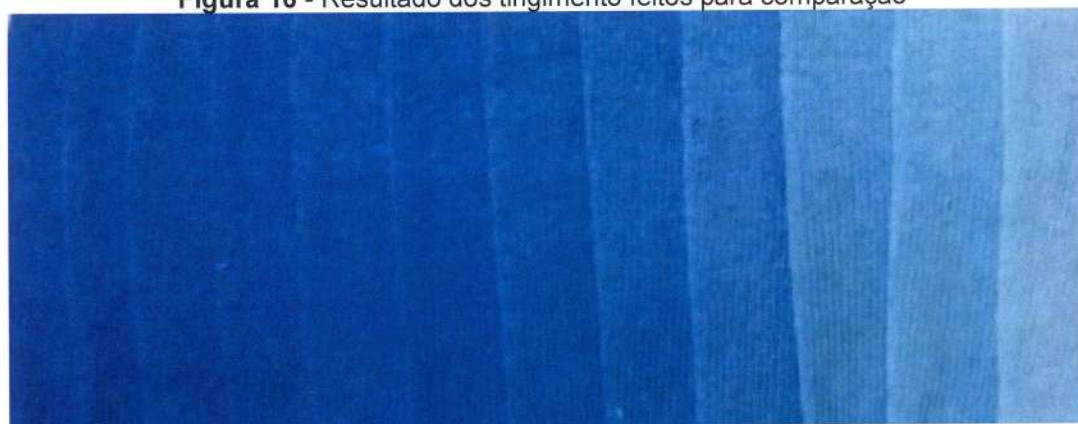
## 5.2 Padrões de comparação

Como não possuímos aparelho que efetuasse a medição da cor resultante, após o décimo quinto dia de tingimento com a mesma solução, para que pudessemos conhecer as quantidades de corante que reagiu com o substrato, resolvemos efetuar tingimentos com diluições da mesma receita inicial da solução de corante que havia sido utilizada.

Foram tingidas outras dez amostras de tecido de malha 100% de fibra de algodão, com concentrações de: 0,125g/l; 0,25g/l; 0,5 g/l; 1g/l; 1,5g/l; 2g/l; 2,5g/l; 3g/l; 3,5g/l; 4g/l; 4,5g/l; 5g/l, e seguindo os mesmos padrões das outras quinze primeiras amostras.

Após esses tingimento as amostras foram colocadas lado a lado e foi confeccionada uma escala de intensidade de cor, organizadas da maior para a menor concentração de corante, conforme foto abaixo, e posteriormente essa escala foi confrontada, a olho nú, e sem qualquer tipo de equipamento de medição de intensidade de cor, e pudemos ter uma visualização da provável quantidade de concentração de corante nos tingimentos diários feitos durante o experimento.

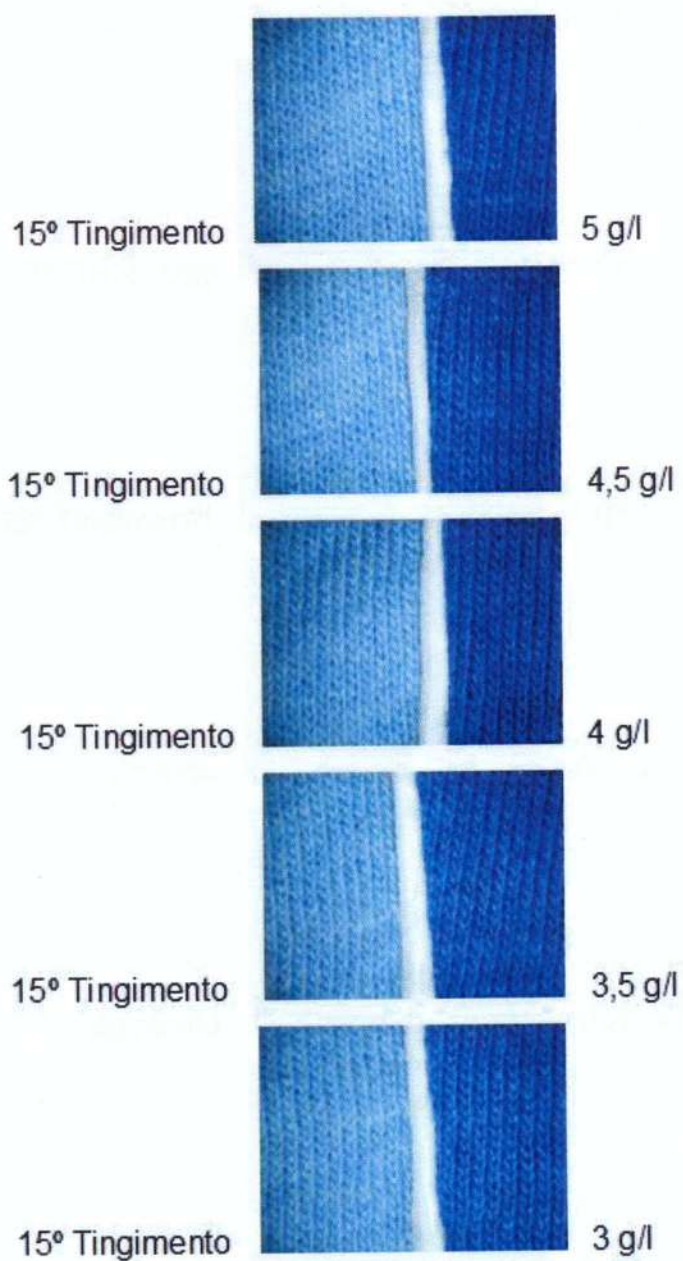
**Figura 16** - Resultado dos tingimento feitos para comparação



Fonte: Arquivo do Autor.

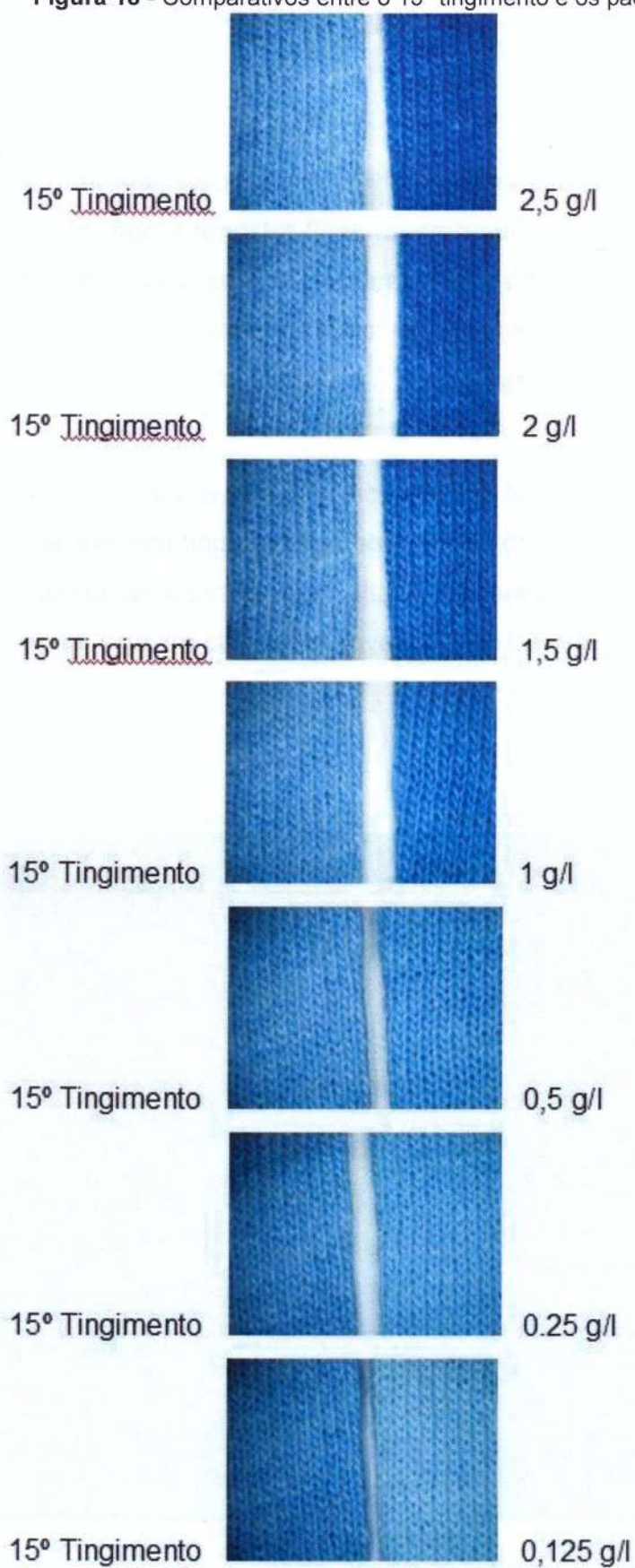
No tentativa de descobrirmos qual o poder tintorial na amostra após o décimo quinto dia de tingimento, realizamos, sem auxilio de qualquer equipamento de medição de cor, uma comparação entre essa amostra com os tingimentos de solução padrão feitos justamente para essa comparação.

**Figura 17** - Comparativos entre o 15º tingimento e os padrões



Fonte: Arquivo do Autor

Figura 18 - Comparativos entre o 15º tingimento e os padrões



Fonte: Arquivo do Autor

### 5.3 Analisando os resultados

Analisando apenas visualmente as fotografias expostas no tópico acima, podemos constatar que a amostra final, mesmo após ter sido tingida com uma solução de corante alcalinizada e preparada há quinze dias, referida amostra aparenta estar com uma concentração equivalente a 0,5 g/l de corante, e partindo de uma concentração inicial de 5 g/l, isso representa 10% de corante.

Se levarmos em conta que a concentração de 5 g/l é considerada uma cor média e que existem tingimentos com concentrações de corantes de cerca de 30 g/l, e ainda projetando o resultado da presente pesquisa, teríamos aproximadamente 3 g/l de corante aproveitável no banho.

Figura 19 - Comparando resultados



Amostra do 15º dia

Amostra 0,5 g/l

Fonte: Arquivo do Autor

## 6 RESTRIÇÕES

Não foram feitas pesquisas e nem estudos para sugerir qual a forma e melhor maneira de captar, transportar, armazenar e distribuir a sobra do banho do corante, como também não foram observados os níveis de redução ao impacto ambiental por falta de informações no que tangem o número exato de efluentes proveniente desse tipo de processo.

Como foi utilizado apenas um corante, não sabemos o comportamento desse corante hidrolisado em bicromias ou tricromias, nem sobre a reprodutibilidade de cores, pois a destinação sugerida foi o tingimento artesanal, onde não se exige esses requisitos.

Face à indisponibilidade de equipamentos experimentais para a elaboração de ensaios as amostras não foram submetidas a testes de qualidade no tocante a solidez e outros, ficando prejudicados esses índices.

## 7 CONCLUSÃO

Após o árduo trabalho de elaboração, e o as diversas fontes consultadas, concluímos que a solução de corante reativo, mesmo com adição de álcali, ainda possui poder tintorial e pode ser utilizada por cerca de quinze dias após ter sido preparada, economizando insumos e reduzindo efluentes. O processo proposto é possível, e caso, após a ampliação dos estudos, se comprove a hipótese levantada, mesmo que seja necessária alguma modificação, seria interessante, além dos testes de solidez e reprodutibilidade de cor, a produção de um banco de dados com várias cores, para no futuro esse descarte seja reaproveitado não só em tingimentos artesanais, mas possa ser novamente inserido na produção com auxílio de um cromatógrafo que poderá medir o comprimento de ondas do banho e matiza-lo novamente, e em caso de um resultado satisfatório, a nossa sugestão poderá servir a ciência, e beneficiar o Homem, gerando economia de matéria prima e reduzindo o impacto ambiental.

## 8 BIBLIOGRAFIA

ANDRADE FILHO, José Ferreira de & SANTOS, Laércio Frazão dos. *Introdução a Tecnologia Têxtil*. Rio de Janeiro: SENAI/CETIQT, 1987.

ARAÚJO, Mario de. *Manual de Engenharia Têxtil*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1986, volume 1.

ARAÚJO, Mario de. *Manual de Engenharia Têxtil*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1986, volume 2.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Citação: NBR-10520/ago - 2002. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

\_\_\_\_\_. Referências: NBR-6023/ago. 2002. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

MALUF, Eraldo; KOLBE, Wolfgang. *Dados Técnicos Para a Indústria Têxtil*: manual. 2. ed. rev. ampl. São Paulo: IPT, 2003. p 219-224.

ROSA, Jorge Marcos. Reativo ou tina? Vantagens e desvantagens no tingimento de fios de algodão 100% acondicionados em bobinas cruzadas. *Revista Química Têxtil n.93*, São Paulo, dez.2008. p.13-28.

SALEM, Vidal; DE MARCHI, Alessandro; MENEZES, Felipe Gonçalves de. *Beneficiamento têxtil na prática*. São Paulo: Golden Química do Brasil, 2005.

SEVERINO, A.J. *Metodologia do Trabalho Científico*. 21.ed. ver. e ampl. São Paulo: Cortez, 2000. p.73-85.

SILVA, Gilson Lima da. *Redução de corante em efluente de processo de tingimento de lavanderias industriais por adsorção em argila*. Tese(Doutorado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 2005.

<<http://pt.wikipedia.org/wiki/Tie-dye>> Acessado em 02/09/2013.

<<http://www.mundotiedye.com.br/o-que-e-tie-dye/>> Acessado em 05/09/2013.

<<http://www.mundotiedye.com.br/destaque/batik-africano-e-a-descoberta-do-tingimento-historia-do-tie-dye-1/>> Acessado em 05/09/2013.

<<http://www.mundotiedye.com.br/destaque/corantes-reativos-e-o-meio-ambiente/>> Acessado em 30/09/2013.

<<http://www.dharmatrading.com/gifts/the-spiral-tie-dye-basics.html>> Acessado em 28/08/2013.

<<http://www.tie-dye.us/tie-dye-history.htm>> Acessado em 10/10/2013.

<[http://abiquim.org.br/corantes/cor\\_aplicacoes.asp](http://abiquim.org.br/corantes/cor_aplicacoes.asp)> Acessado em 10/03/2014

<<http://www.mundotiedye.com.br/destaque/batik-africano-e-a-descoberta-do-tingimento-historia-do-tie-dye-1/>> Acessado em 10/03/2014