



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE SANTA CATARINA  
UNIDADE DE ENSINO DE ARARANGUÁ

# ESTAMPARIA E BENEFICIAMENTO TÊXTIL



**Primeira  
EDIÇÃO**



**Dra. LUCIANE NÓBREGA JULIANO  
Msc. SABRINA MORO VILLELA  
PACHECO**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE SANTA CATARINA  
UNIDADE DE ENSINO DE ARARANGUÁ

---

Apostila de Estamparia e Beneficiamento Têxtil desenvolvida pelas professoras Dra. Luciane Nóbrega Juliano e Msc. Sabrina Moro Villela Pacheco professoras de Ensino Básico, Técnico e Tecnológica da Unidade Araranguá – CEFET-SC.

Esta apostila destina-se as unidades curriculares de Estamparia e Beneficiamento Têxtil e Estamparia dos Cursos Técnicos em Moda e Estilismo e Têxtil: Malharia e Confecção, respectivamente.

A reprodução desta apostila deverá ser autorizada pela Unidade Araranguá – CEFET-SC.

---

## SUMÁRIO

<b>1. Introdução ao Beneficiamento têxtil.....</b>	<b>5</b>
<b>2. Beneficiamento primário.....</b>	<b>7</b>
2.1 Escovagem.....	8
2.2 Navalhagem.....	8
2.3 Chamuscagem.....	9
2.4 Desengomagem.....	10
2.5 Mercerização.....	12
2.6 Cozinhamento ou Purga.....	16
2.7 Alvejamento.....	17
2.8 Auxiliares químicos utilizados no beneficiamento (Tensoativos) .....	19
<b>3. Beneficiamento secundário .....</b>	<b>24</b>
<b>3.1 Conceito de Cor.....</b>	<b>24</b>
3.1.1 Fonte de Luz.....	25
3.1.2 Objeto Observado.....	29
3.1.3 A Visão.....	29
<b>3.2 Tingimento.....</b>	<b>31</b>
3.2.1 Corantes .....	34
3.2.2 Controle de Qualidade dos Tingimentos .....	39
3.2.2 Tingimento de Poliéster .....	40
3.2.3 Tingimento de Fibras mistas.....	42
3.2.4 Tingimento de Poliamida .....	43
3.2.5 Tingimento de Fibras Celulósicas com Corantes Reativos .....	44
<b>3.3. Estamparia.....</b>	<b>52</b>
<b>4 Beneficiamento terciário.....</b>	<b>53</b>
4.1 Acabamento.....	53
<b>5. Máquinas empregadas no beneficiamento têxtil.....</b>	<b>56</b>



<b>6. Estamparia.....</b>	<b>64</b>
<b>6.1 Introdução.....</b>	<b>64</b>
<b>6.2 Criação de estampas.....</b>	<b>65</b>
6.2.1 Fontes de criatividade.....	65
6.2.2 Fontes para criação de desenhos.....	65
Fontes naturais.....	66
Fontes culturais.....	66
Fontes abstratas.....	66
6.2.3 Elementos a considerar na criação.....	67
Modelo .....	67
Cores.....	67
Rapport.....	67
6.2.4 Processo de criação de estampas.....	68
<b>6.3 Preparação de matrizes serigráficas.....</b>	<b>69</b>
<b>6.4 Processo de estamparia.....</b>	<b>73</b>
<b>6.5 Classificação da estamparia segundo o método de aplicação.....</b>	<b>76</b>
<b>6.6 Controle de qualidade de estampados.....</b>	<b>80</b>
<b>7. Bibliografia.....</b>	<b>83</b>

# 1. Introdução ao Beneficiamento têxtil

Beneficiamento é o conjunto de processos aplicados ao tecido para transformá-lo no artigo final. Este pode ser dividido em:

- Beneficiamento primário;
- Beneficiamento secundário;
- Beneficiamento terciário ou final.

O que se entende por beneficiamento primário?

Beneficiamento Primário é toda operação que consiste em *preparar* o substrato para receber coloração, ou seja, prepara o tecido para que seja possível efetuar o tingimento, a estamparia ou o acabamento final.

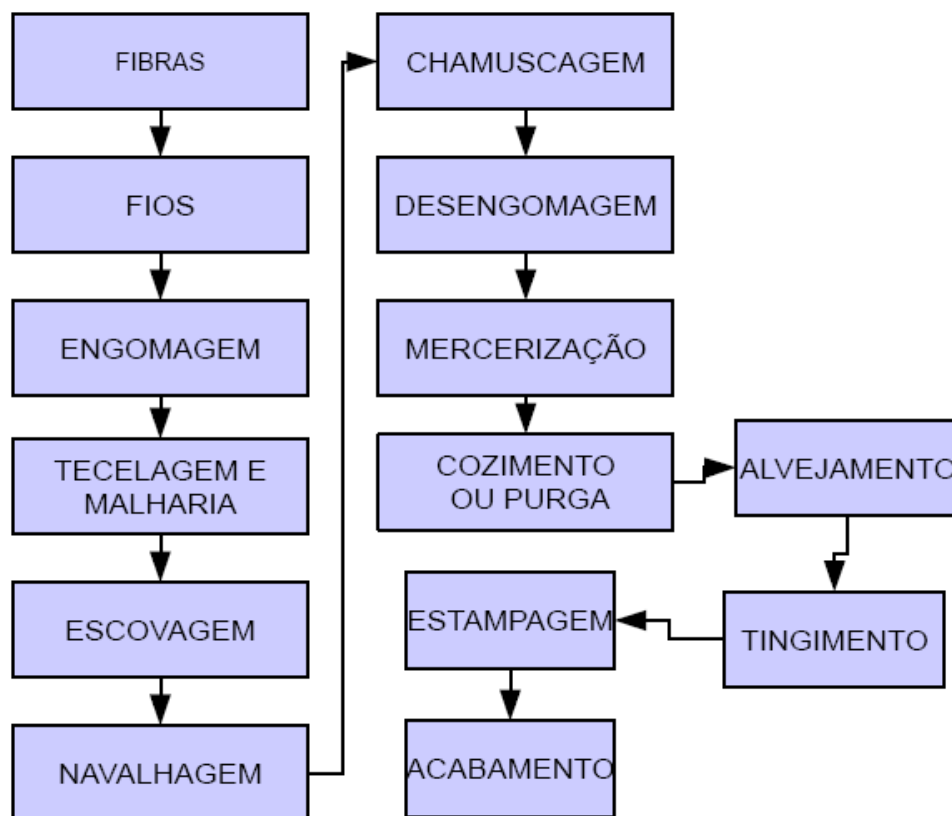
O que se entende por beneficiamento secundário?

Beneficiamento Secundário é a coloração que pode ser total (Tingimento) ou parcial (Estamparia).

O que se entende por Beneficiamento Terciário ou final?

Beneficiamento Terciário é a operação que modifica para melhor, as características físico-químicas do substrato após o tingimento e/ou estamparia.

Para uma melhor compreensão dos processos envolvidos no beneficiamento têxtil que veremos a seguir, apresentamos o fluxograma da cadeia têxtil (Figura 1).



*Figura 1: Fluxograma de processo da cadeia têxtil.*

## 2. Beneficiamento primário

São os primeiros beneficiamentos aplicados à matéria têxtil (fios ou na forma de tecidos).

As fibras têxteis, de um modo geral, possuem impurezas, tais como, gorduras, pigmentos, etc, que serão removidos por diversos processos cuja aplicação dependerá do estado de agregação destas impurezas, bem como, da finalidade a que se destina o material beneficiado. Esses beneficiamentos, em última análise, objetivam conseguir um produto final que encontre melhor aceitação no mercado. Vale ressaltar que as operações efetuadas com a finalidade de *beneficiar* à matéria têxtil seguem, em geral, uma seqüência em que o bom resultado de um processo depende sempre do anterior.

Após as operações de tecimento, os tecidos são encaminhados a um setor de inspeção, onde serão classificados de acordo com os defeitos que possuem. Os tecidos serão classificados como de primeira qualidade, os que possuem menor número de defeitos, e de segunda e terceira qualidade, os que possuem maior número de defeitos. Normalmente, os tecidos com menor porcentagem de defeitos são destinados a tinturaria em cores claras (intensidade) ou branco. Os que apresentarem uma porcentagem média são destinados à tinturaria em cores médias. Finalmente, os que apresentarem maior porcentagem de defeitos são destinados à tinturaria em cores escuras e, principalmente, para a estamparia.

Depois de classificados, os tecidos em peças, são marcados nas extremidades com tintas especiais que resistem as substâncias empregadas nos processos de

beneficiamento. Essas marcações, que permitem uma pronta identificação das peças, compreendem a marca do tecido, o peso, a metragem, classificação por defeitos, etc. A marcação das peças, na maioria das vezes, começa no tear com a anotação da metragem e nome do tecelão. Outras vezes ela inclui também, o nome do cliente a que se destina.

Quando os beneficiamentos primários não são contínuos, as peças são agrupadas de modo a formarem um rolo, também com peso e metragem definidas e coerentes com as máquinas em que serão processadas.

Em particular são abrangidos os seguintes processos (somente em tecidos): escovagem, navalhagem, chamuscagem, desengomagem, mercerização, cozinhamento e alveijamento.

Essa sequência de processos não é rígida, podendo, em alguns casos, seguir roteiros diferentes. No entanto, ela se constitui na sequência ideal (se as condições e recursos locais permitirem) de beneficiamentos primários.

No **beneficiamento primário** alguns processos são realizados a seco e outros a úmido.

## **2.1 Escovagem**

A escovagem de tecidos de algodão é operação preparatória à chamuscagem, daí as chamuscadeiras modernas possuírem pares de escovas que efetuam a operação.

As escovadeiras são máquinas dotadas de escovas que giram em sentido contrário ao do tecido, e desse modo, vão efetuando a escovagem, isto é, retirando poeiras, fibrilas soltas, ao mesmo tempo, levantando as penugens que vão ser queimadas pelas chamuscadeiras.

## **2.2 Navalhagem**

É operação efetuada em máquinas dotadas de cilindros (revestidos com o material abrasivo) e lâminas cortantes que vão navalhando (ou tosquiando) a face do tecido. Os tecidos de algodão apresentam asperezas provenientes de fios defeituosos (emendas mal feitas, etc). Avultam, na superfície do tecido, pequenos aglomerados ou caroços chamados vulgarmente de “piolhos”, os quais devem ser removidos, especialmente, se o tecido se destina a estamparia.

Os tecidos de boa qualidade, tintos ou brancos, devem ser navalhados.



## **2.3 Chamuscagem**

A chamuscagem tem por finalidade eliminar os pêlos existentes nos tecidos. Estes provêm, das operações de tecelagem (atritos sofridos durante o processo) e fiação (fibras que escaparam das operações de torção). A chamuscagem pode ser realizada por 3 processos:

- 1 - Placas aquecidas;
- 2 - Cilindros ou rolos aquecidos;
- 3 - Combustão direta, por meio de flambagem (rápida) à gás.

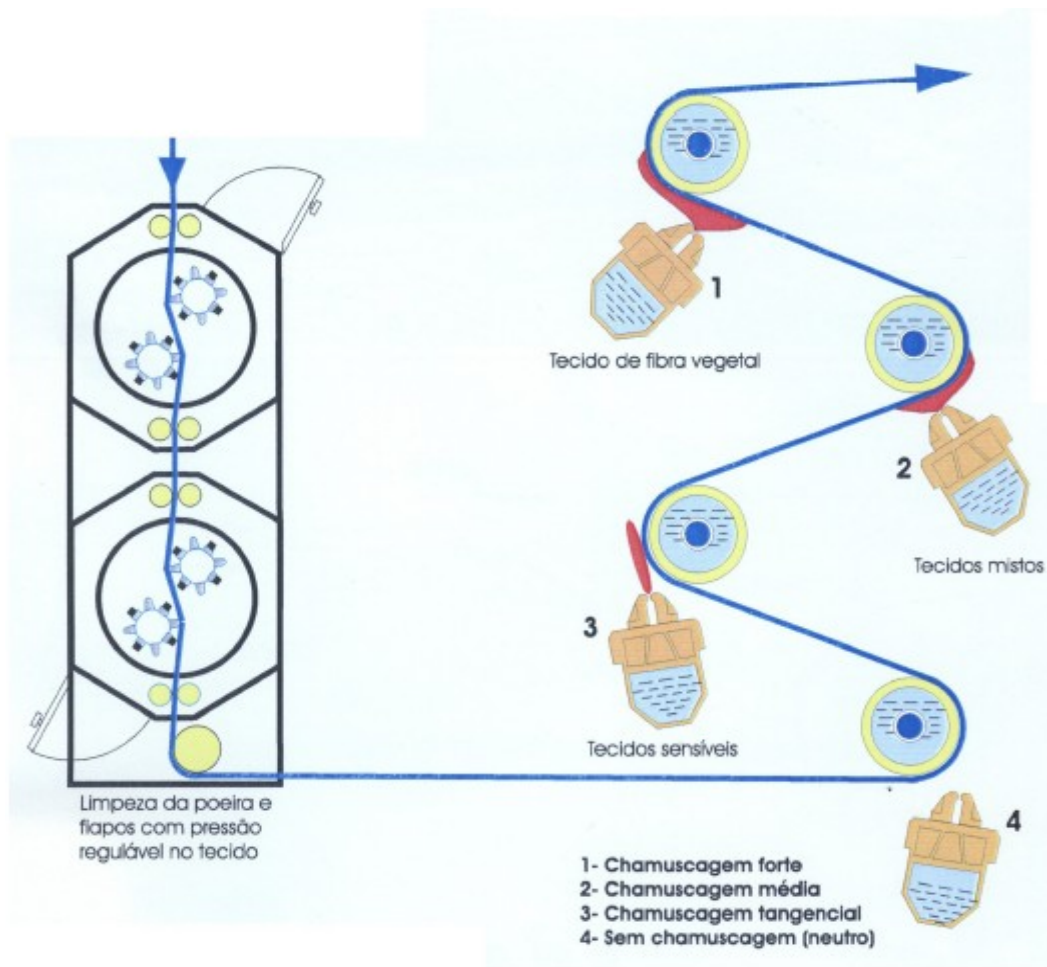
***Chamuscadeira de placas:*** Essa máquina consiste de uma ou duas placas de cobre curvas de significativa espessura, que são aquecidas ao rubro, por meio de fornalha, combustão de gases ou resistências elétricas.

***Chamuscadeira de rolos ou cilindros:*** A chamuscadeira resume-se na passagem do tecido sobre cilindros ou rolos aquecidos ao rubro. Estes giram lentamente apresentando sempre uma nova fase ao tecido. Com dois cilindros é possível chamuscar ambos os lados do tecido, na mesma operação.

***Chamuscadeira por combustão direta:*** O processo de chamuscagem por combustão direta baseia-se na passagem do tecido sobre o produto da queima de um combustível gasoso, cuja natureza irá variar de acordo com o tipo de construção da máquina e, em função das necessidades e recursos locais.

Podem ser usados como combustível: álcool, gasolina, gás encanado (de rua) ou engarrafado. No caso de se usar gasolina, é necessário possuir um aparelho de gaseificação. As instalações para gás engarrafado e, principalmente, gás de rua, são mais simples e, portanto, preferíveis às demais.

As chamuscadeiras (Figura 2) são dotadas, em geral, de dispositivos especiais, que afastam automaticamente o tecido ou apagam a chama, sempre que a máquina pára. Apresentam, na entrada, escovas para levantar os pêlos (e, evidentemente, exaustores para evitar perigo de incêndio) e na saída, geralmente, um *foulard* ou uma caixa abastecida com água, solução ácida ou enzimática. O banho que se dá no tecido nessa ocasião, permite apagar algumas fagulhas que possam tê-lo acompanhado e, no caso das soluções ácidas ou enzimáticas, também prepará-lo para a próxima operação – a desengomagem.



*Figura 2: Princípio do processo de chamuscagem.*

## **2.4 Desengomagem**

A desengomagem é usada para remover a goma aplicada anteriormente para tecelagem. Com a finalidade de entender a necessidade da desengomagem, deve ser explicado primeiro para que serve a engomagem. Devido à tensão constante a que estão sujeitos, os fios de urdume na operação de tecimento, freqüentemente se rompem obrigando a parada do tear dessa forma, para diminuir o número de paradas do tear e

conseguir conseqüente aumento da produção, engoma-se os fios de urdume para torná-los mais resistentes às exigências mecânicas a que serão submetidos. Os fios de urdume passam por um banho de engomagem, são espremidos e em seguida secados (processo contínuo). O efeito é a obtenção de um fio mais rígido, ficando coladas as pequenas fibras que estavam eriçadas, de forma que a capacidade de deslize é aumentada.

O agente de engomagem mais utilizado continua sendo o amido (milho, batata, arroz, etc) podendo também ser empregados preparados de amidos modificados, que possuem adições de gorduras e semelhantes, bem como gomas de cola, de gelatina e de outras albuminas.

Devido ao fato de que cada indústria possui sua própria “receita de alquimista” e esta quase sempre conservada em segredo, torna-se difícil ao beneficiador têxtil, executar com garantia e simplicidade o tratamento prévio.

A goma empregada e seus aditivos conferem ao material características de repelência a água (substâncias hidrófobas) indesejáveis para os tratamentos a úmido (cozinamento, alvejamento, tingimento, etc,) exigindo, portanto a sua remoção.

Existem três tipos convencionais de desengomagem, todos baseados na impregnação do tecido: **decomposição do amido por autofermentação; hidrólise ácida do amido e hidrólise do amido por digestão enzimática.** Os dois primeiros métodos se encontram em desuso, devido à difícil operacionalização, que resultam em irregularidade de autodigestão e devido à sensibilidade da celulose a ácidos minerais, pois se baseiam na hidrólise do amido por autofermentação com transformação do mesmo em dextrina e maltose. O **terceiro método** impregna o tecido num “Foulard” com caixa de impregnação com uma solução de enzima (amilase) que poderá ser de origem vegetal, animal ou bacteriana. Após a impregnação, o mesmo é encaminhado a tanques, onde permanece de 10 a 12 horas. Neste período, ocorre a hidrólise do amido, que se converte em sacarídeos solúveis (dextrina), através da digestão enzimática. As caixas de impregnação junto ao “Foulard” devem estar munidas de termostatos para que a solução enzimática esteja nas temperaturas especificadas, uma vez que cada solução deve ser empregada a uma temperatura ideal. Depois da permanência do tecido nos tanques pelo tempo prescrito, o mesmo é encaminhado para o equipamento de lavagem, a uma temperatura entre 60 e 70°C. A vantagem deste método é o fato da celulose permanecer intacta.

## **2.5 Mercerização**

Em 1848, John Mercer notou com surpresa que um tecido de algodão, quando tratado por soluções alcalinas concentradas, modificava-se dimensionalmente encolhendo e tornando-se mais grosso ao mesmo tempo em que adquiria propriedades até então não notadas; o tecido tornou-se mais absorventes, mais transparente, brilhoso e resistente.

Mais tarde, Horace Lowell mediante várias experiências introduziu alguns melhoramentos industrializando o processo, o qual tomou o nome de mercerização em homenagem ao seu descobridor. As experiências de Mercer foram efetuadas com soluções de NaOH concentradas, em tecidos que não sofriam tensão (por imersão), enquanto Lowell experimentou várias soluções trabalhando tecidos sob tensão, o qual tornavam-se muito mais brilhantes.

Características notadas por Mercer:

- O diâmetro do fio aumentou e o comprimento diminuiu (encolheu).
- A resistência à tração aumentou.
- O fio mostrou maior afinidade para corantes.
- O fio tornou-se mais absorvente para tratamentos químicos.

Contudo, o processo adquiriu grande valor comercial depois da descoberta de Lowell (1889) impedindo o encolhimento, mediante a aplicação de tensão durante o processo de mercerização e com isso conseguindo também um brilho pronunciado. Este efeito aumentou consideravelmente o valor do material tratado sob o processo.

### **Fatores que influem na absorção de NaOH ( hidróxido de sódio) pela fibra**

É fácil entender que a penetração do hidróxido de sódio (NaOH) na fibra é um fator importante que irá definir uma boa mercerização ou caustificação. Vejamos, os fatores que influem na absorção da solução cáustica pela fibra:

- concentração do banho;
- viscosidade;
- temperatura;
- tempo;

- características do material têxtil;
- tensão aplicada;
- utilização de auxiliar de mercerização adequado.

### **Concentração**

Somente em concentrações acima de 200 g/L de NaOH, quando é aplicada tensão, consegue-se penetrar facilmente (aumento da velocidade) nas regiões de difícil acesso. A concentração de soda no banho influi também, no tipo de ligação química que se forma entre a celulose e o NaOH.

### **Viscosidade**

Uma maior concentração implica num aumento de viscosidade, que atua de forma negativa na penetração do NaOH nas fibras.

### **Temperatura**

A temperatura implica na alteração de dois fatores no inchamento da fibra. São eles:

- velocidade de penetração;
- formação de rede cristalina NaOH — celulose distinta com menor captação de água e, portanto, menor inchamento.

Uma velocidade de penetração maior garante, de uma forma geral, uma melhor uniformidade de mercerização. Por outro lado, trabalhar em temperatura elevada, dependendo da concentração do banho, pode implicar na formação de oxi-celulose (degradação da fibra).

### **Tempo**

O tempo de contato é fator primordial, pois quando a celulose está em contato prolongado com solução de NaOH, sob a atmosfera contendo oxigênio pode iniciar a formação de oxi-celulose.

### **Características do material têxtil**

O grau de maturidade do algodão, pode influenciar positiva ou negativamente na adsorção, bem como o estado de sujidade do material. A mercerização pode ser feita sobre substrato na forma de fio, tecido plano e de malha, com o material crú, purgado, alvejado ou tinto.

### **Utilização de auxiliar de mercerização adequado**

Depois de citar todos os outros fatores, fica simples entender porque a utilização de um auxiliar (tensoativo) é de vital importância. Sua função é permitir um fácil acesso da solução cáustica em alta concentração até as áreas de difícil acesso em tempo curto, em temperatura favorável, sob tensão ou não, de tal forma que o processo de mercerização ou caustificação possa ocorrer de forma homogênea ao longo de todo o material a ser tratado.

### **Lavagem e Neutralização**

Após o tratamento alcalino deve-se proceder à retirada da solução cáustica sobre a fibra. Esta retirada é normalmente feita com o auxílio de água e neutralização com ácido. Uma má lavagem e/ou neutralização, pode implicar em defeitos irreversíveis sobre o material têxtil.

### **Alguns dos efeitos físico-químicos ocorridos com a mercerização:**

- Aumento notável do brilho;
- Aumento da capacidade de absorção;
- Maior adsorção de corante;
- Aumento da intensidade de cor ;
- Maior resistência à tração;
- Realça efeitos do toque;
- Eliminação de fibras imaturas (estas fibras não tingem);
- Maior estabilidade dimensional.

### **Brilho**

A aparência do brilho é explicada pelo fato resultante de um inchamento sob tensão, onde a fibra adquire formato mais regular com superfície mais lisa, refletindo mais intensamente os raios de luz. Uma intensidade maior ou menor do brilho é em função dos seguintes parâmetros:

- concentração da lixívia;
- temperatura da lixívia;
- duração do tratamento;
- auxiliar de mercerização;
- tensão aplicada.

Os quatro primeiros itens estão intimamente ligados a um bom inchamento da fibra e portanto, ao formato da seção transversal, enquanto que a tensão influi diretamente na torção da fibra, sendo este último um dos fatores de maior influência.

### **Capacidade de absorção**

Desde que a mercerização reordena regiões cristalinas, aumenta a acessibilidade à fibra, resultando numa maior capacidade de absorção.

### **Maior adsorção de corante na fibra**

Como vimos, a mercerização fornece como efeito uma maior acessibilidade à fibra, à água, soluções de corante e soluções de acabamento em geral.

### **Maior intensidade da cor**

Com a mercerização é verificado um aumento na intensidade de cor com igual concentração de corante. A reflectância e com ela a intensidade da cor, não depende somente da concentração de corante, mas também, da distribuição do corante no material e especialmente, na capacidade de dispersão da luz no substrato.

### **Maior resistência à tração**

Estudiosos mostraram que existe uma correlação entre o aumento da resistência à tração e a diminuição do ângulo de orientação da fibra, verificado radiograficamente.

### **Maior estabilidade dimensional**

O motivo para termos uma maior estabilidade dimensional é devido a desintegração das tensões no material têxtil, devido a dissolução e a nova formação de pontes de hidrogênio na fibra, adotando a fibra, um novo estado de energia livre, adaptada a sua atual forma dentro do material têxtil.

### **Parâmetros de Controle**

- Temperatura ambiente
- Concentração da soda cáustica: 28 a 32°Bé

O substrato deve ser mantido sob tensão para evitar seu encolhimento, até a remoção do NaOH absorvido pela fibra. A lavagem e a neutralização devem ser feitas com água quente nos primeiros compartimentos (caixa); enxágüe à frio (contra corrente ou transbordamento) e neutralização.

Evitar a presença de água dura (sais de cálcio e magnésio), pois alteram o brilho e podem provocar manchas no tingimento.

## **2.6 Cozinhamento ou Purga**

A fibra de algodão é constituída, essencialmente de celulose, variando na faixa de 83-96. Agregados a essa percentagem variável, encontramos ainda proteínas, ceras, graxas e gorduras saponificáveis, matéria mineral, açúcar, pigmentos, pectinas, hemicelulose, etc.

As matérias graxas e os pigmentos dão ao algodão uma cor amarelada indesejável e conferem por se tratarem de substâncias hidrófobas, repelência a água. Desta forma, para obtermos uma mercadoria o mais possível hidrófila, deve ser eliminada uma grande parte da cera natural, visto que uma eliminação total tornaria a fibra quebradiça.

Das graxas naturais do algodão, cerca de 20 % correspondem a ácidos graxos livres (saponificáveis), tais como: palmítico, esteárico, oleico, etc. Além desta parte saponificável, encontramos também álcoois e ésteres graxos insaponificáveis. A parte



insaponificável bem como as proteínas, são solúveis em meio alcalino e possuem um excelente poder de emulsionamento.

O processo de purga é feito usando-se soluções alcalinas de NaOH e carbonato de sódio\* à quente que contenham detergentes e seqüestramentos. Normalmente é realizado em autoclave fechada a 95°C por 20 min e lavagem 60°C por 20 minutos e ácido acético para neutralização.

O **detergente** tem a finalidade de umectar o substrato facilitando a ação do álcali, emulsionar os óleos e gorduras **não saponificáveis**, remover e manter em suspensão as impurezas.

O **álcali** reage com as gorduras ou óleos vegetais, tornando-os solúveis e de fácil remoção, isto é, promove **reações de saponificação**.

**Seqüestramentos** são utilizados para remover íons de Fe, Ca e Mg, cuja presença prejudica as etapas posteriores de alvejamento e tingimento. Os íons de Ca e Mg formam sais insolúveis que precipitam na superfície do substrato provocando manchas brancas no tecido tingido, interferência na solidez dos tingimentos entre outros. Já os íons de metais pesados como o Fe são responsáveis pela catálise de decomposição do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> podendo destruir a fibra de algodão. Após a purga pode-se realizar um tingimento com tons mais escuros.

## 2.7 Alvejamento

O alvejamento é uma operação que tem por objetivo remover as ceras e graxas, substâncias solúveis e a coloração amarelada natural das fibras do algodão e de outras fibras, aumentando a sua brancura, a fim de preparar o substrato têxtil para os tratamentos subseqüentes, como tingimento ou estamparia. Essa operação é necessária se o tecido acabado for branco ou tinto em cores claras.

Alvejar significa tornar alvo ou branco. Trata-se do branqueamento do substrato em diversos graus ou níveis de alvejamento, desde que isso não implique em perda sensível de resistência por parte do material. Em primeiro lugar, devemos levar em consideração a cor do material antes do alvejamento, pois esta operação irá conduzir a mesma, em direção ao “branco”. Principalmente no caso das fibras celulósicas e protéicas, a coloração natural é bastante acentuada, distante daquilo que podemos imaginar ser branco.

---

\* barrilha - esta pode substituir até 35% da soda cáustica, barateando as receitas.

Também é primordial para a obtenção de um bom alveijamento, encontrar o ponto de estabilidade do sistema químico, pois se o insumo básico se desprende muito rapidamente, duas coisas podem acontecer:

- degradação do material;
- baixo rendimento do alveijamento por perda de substância ativa.

Se a estabilidade do insumo básico for muito grande, não havendo, ou havendo pouca liberação da substância ativa, não acontecerá o branqueamento desejado.

O alveijamento pode ser:

- *Alveijamento por Redução*: Hidrossulfito de Sódio
- *Alveijamento por Oxidação*: Peróxido de Hidrogênio, Hipoclorito de Sódio, Clorito de Sódio.

O alveijamento por redução é empregado em casos raros, pois o substrato alvejado por este processo tende ao amarelamento na estocagem. Os processos com Hipoclorito de Sódio e Clorito de Sódio podem provocar o amarelamento das fibras durante a estocagem além de provocarem a corrosão dos equipamentos, mesmo de aço inoxidável.

O alveijamento com peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) é o mais empregado. É um alveijamento com bastante brilho e de fácil aplicação.

A decomposição de peróxido de hidrogênio libera oxigênio ativo, conforme a reação:



O oxigênio ativo reage com os pigmentos naturais do algodão, oxidando-os e destruindo sua coloração. Nesse processo além de soda cáustica, detergentes e sequestrantes, são adicionados ao banho um estabilizador, normalmente silicato de sódio.

**Estabilizador** (silicato de sódio) são substâncias que ajudam a impedir a decomposição do íon ativo de peróxido de hidrogênio (HOO<sup>·</sup>) que é o principal responsável pelo branqueamento. Além disso, impedem a formação de radicais de peróxido de hidrogênio (HOO<sup>·</sup>) que provocam a decomposição da celulose. Sua estrutura reticular é comparada a uma esponja porosa que absorve o ferro, eliminando desta forma sua influência sobre o banho de branqueamento. O **álcali** tem a função de um ativador, servindo para transformar o peróxido de hidrogênio em um íon de peróxido de hidrogênio ativo em termos de branqueamento.

## **2.8 Auxiliares químicos utilizados no beneficiamento (Tensoativos)**

Os fenômenos relativos à tensão superficial já são conhecidos desde a antiguidade. No nosso dia a dia defrontamos com tais fenômenos como em maioneses, espumas de extintores de incêndio, emulsões asfálticas, leite, etc. Na indústria têxtil a tensão superficial e os tensoativos aparecem nos processos de beneficiamento.

Tensoativos são substâncias que agem sobre a tensão superficial e são empregados no beneficiamento têxtil onde regulam processos de umectação, purga, tingimento, estamparia e alguns processos de acabamento.

### **Tensão Superficial**

As forças de atração exercidas pelas moléculas de um líquido, umas sobre as outras, são de considerável grandeza. Uma molécula no interior do líquido sofre atrações iguais em todos os sentidos e a força resultante é nula. As moléculas que estão na superfície do líquido ou na sua interface, devido às forças não balanceadas de moléculas que estão abaixo delas, sofrem uma atração resultante para o interior do líquido. A força resultante dá origem à tensão superficial. Devido à tensão superficial, os líquidos comportam-se como se tivessem a sua superfície, revestida por uma membrana invisível causando uma resistência à penetração. A tensão superficial justifica a forma esférica das gotas dos líquidos, como também explica o fenômeno chamado capilaridade.

### **Produtos Tensoativos**

São substâncias que têm a propriedade de reduzir a tensão superficial dos líquidos. Devido a esta propriedade os tensoativos podem ser:

- Umectantes
- Detergentes
- Emulsionantes
- Solventes.

As moléculas dos produtos tensoativos, também denominados surfactantes, são constituídas por:

- Grupo lipofílico: Um grupo químico solúvel em óleo e insolúvel em água.

- Grupo hidrofílico: grupo solúvel em água.

Entende-se aqui, por óleo, qualquer líquido não miscível em água. O grupo lipofílico é, em geral, constituído de cadeias, mais ou menos longas, de hidrocarbonetos ou estruturas derivadas. A parte hidrófila contém grupos funcionais que caracterizam o caráter iônico. A solubilidade em água de um tensoativo diminui com o aumento da cadeia lipofílica.

Os produtos tensoativos são classificados conforme seu caráter iônico em aniônicos, catiônicos, não iônicos e anfóteros.

### **Umectantes**

É do conhecimento geral que um material têxtil quando colocado sobre a água não molha e fica sobrenadando. Se repetirmos essa operação sob adição de certos produtos tensoativos, o material molha e afunda. Os produtos que têm a propriedade de molhar rapidamente os substratos têxteis são denominados **umectantes**.

Mas como se explica o comportamento destes produtos? Os substratos têxteis crus, contêm gorduras ou óleos, naturais ou colocados artificialmente na fiação, que impedem a penetração da água. Os umectantes são tensoativos de valor HLB baixo (HLB 7 a 9) e, portanto, lipofílico.

A adição de um umectante à água faz com que, devido à afinidade destes surfactantes pelos óleos, a tensão superficial entre água e óleo seja reduzida e o material têxtil absorva água por capilaridade.

### **Detergentes**

São tensoativos que têm a propriedade de umectar os substratos têxteis, permitindo que, pela quebra da tensão superficial da água, a sujeira seja facilmente removida do material para a fase líquida. Os detergentes mantêm em suspensão as partículas removidas, não permitindo que se reaglomerem e se depositem na superfície do substrato. Os detergentes têm, também, a propriedade de emulsionar as gorduras ou óleos presentes nos substratos têxteis.

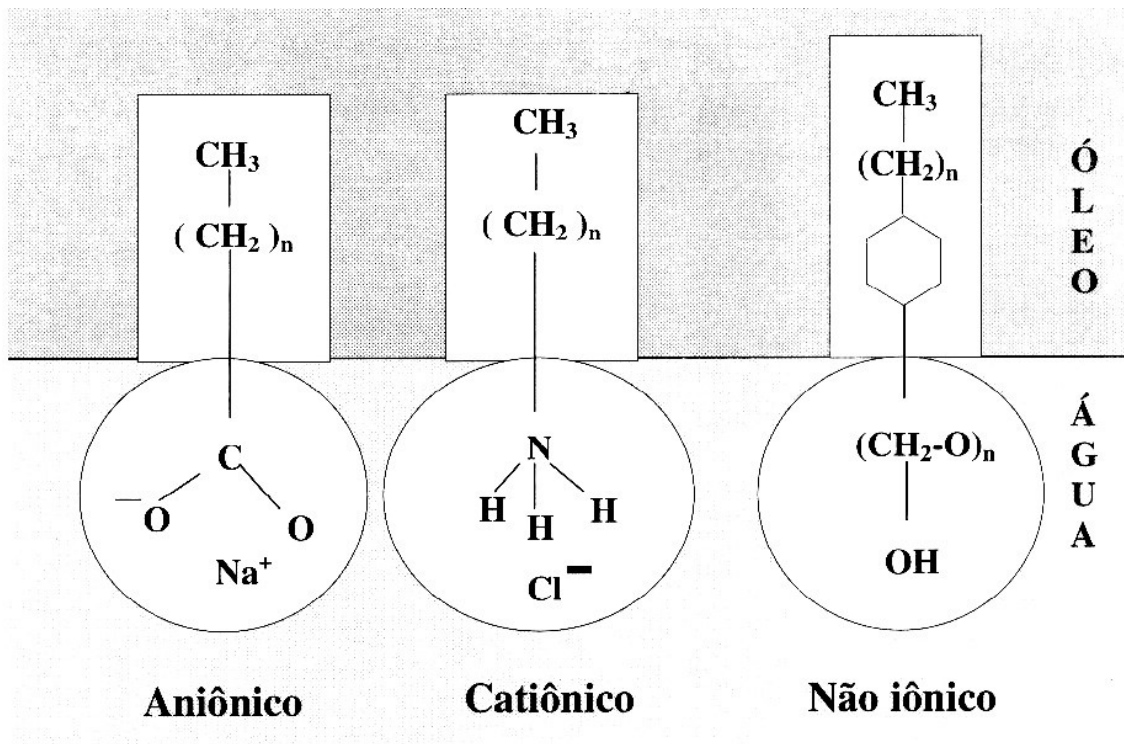
A ação dos detergentes é muito ampla e esta pode ser regulada conforme o seu valor HLB ( faixa do HLB dos detergentes: 11-15); quanto mais baixo o HLB de um detergente, maiores são as suas propriedades de umectação e quanto mais alto, maior a sua capacidade de emulsionar gorduras ou óleos na água e menor a sua capacidade de

umectar. Devido à necessidade de rápida umectação, os detergentes para processos contínuos devem ter valor HLB mais baixo. Em resumo, os detergentes têm propriedades de umectação, remoção e dispersão da sujeira e de emulgador de óleos e gorduras.

### **Caráter Iônico dos Tensoativos**

Os sais em solução aquosa dissociam-se em partículas sub-microscópicas, chamadas íons, carregadas eletricamente. Os íons carregados positivamente são chamados de cátions e os íons com cargas negativas, ânions. Por exemplo: Cloreto de Sódio (NaCl) dissocia-se em ânions de  $\text{Cl}^-$  e cátions de  $\text{Na}^+$ . Na eletrólise os cátions se dirigem para o pólo negativo e os ânions para o positivo. A Figura 3 apresenta os diferentes tensoativos existentes.

Caso se substitua, no exemplo do Cloreto de Sódio o cátion  $\text{Na}^+$  por um grupo químico orgânico contendo radicais catiônicos, estes radicais polares são responsáveis pelas propriedades químicas do novo produto, que por isso é chamado catiônico ou substância cátion-ativa. Os grupos catiônicos mais comuns são os grupos amínicos, encontrados freqüentemente em amaciantes.



- Orientação de tensoativos, conforme caráter iônico, na interfase O/A<sup>3</sup>

*Figura 3: Estrutura química dos tensoativos.*

Se deixamos o cátion  $\text{Na}^+$  intacto e substituímos o ânion  $\text{Cl}^-$  por um grupo químico que contém radicais aniônicos (negativos), as propriedades químicas do novo produto dependem do ânion e, por isso, a substância é chamada aniônica ou anion-ativa. Os radicais aniônicos mais comuns são grupos carboxílicos, sulfônicos e sulfato, que aparecem freqüentemente em detergentes, umectantes, dispersantes, emulsionantes, etc.

No caso do tenso-ativo não ionizar, ele é chamado não iônico. Os radicais não iônicos mais comuns são: éter, hidroxi, éster, etc.

Certos tensoativos podem assumir o caráter catiônico ou aniônico, dependendo do pH do meio, neste caso são chamados anfóteros.

Nos produtos tensoativos aniônicos ou catiônicos a parte polar ou hidrofílica é constituída dos radicais que ionizam e o resto da molécula, constituída em geral por cadeias longas de hidrocarbonetos, é lipofílica ou hidrófoba. Nos tensoativos não

iônicos a parte hidrófila corresponde ao grupo químico que caracteriza o produto. Assim, nos derivados etoxilados a parte solúvel é a da cadeia etoxi.

É importante conhecermos o caráter iônico dos produtos químicos com os quais operamos, pois não podemos misturar aleatoriamente produtos de caráter iônico diferentes, ou seja:

- Produto catiônico + produto aniônico = incompatível
- Produto catiônico + produto não iônico = compatível
- Produto aniônico + Produto não iônico = compatível

## 3. Beneficiamento secundário

### ***3.1 Conceito de Cor***

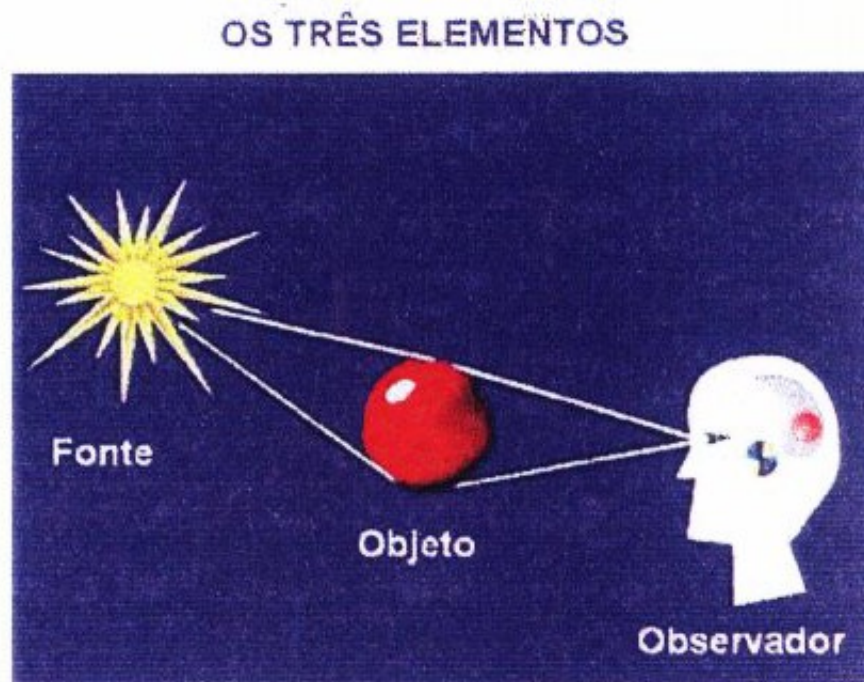
Existem inúmeras tentativas para definição de cor. Podemos dizer que a cor é uma percepção subjetiva causada no cérebro, em consequência de uma certa energia radiante transmitida aos olhos.

Para a percepção de uma cor há necessidade de:

- Fonte de luz;
- Objeto colorido;
- Observador.

A vista humana recebe a imagem e a transforma em impulsos que são transmitidos, mediante o nervo óptico, ao cérebro onde se manifesta a percepção da cor, conforme ilustrado na Figura 4.





*Figura 4: Três elementos para a percepção de uma cor.*

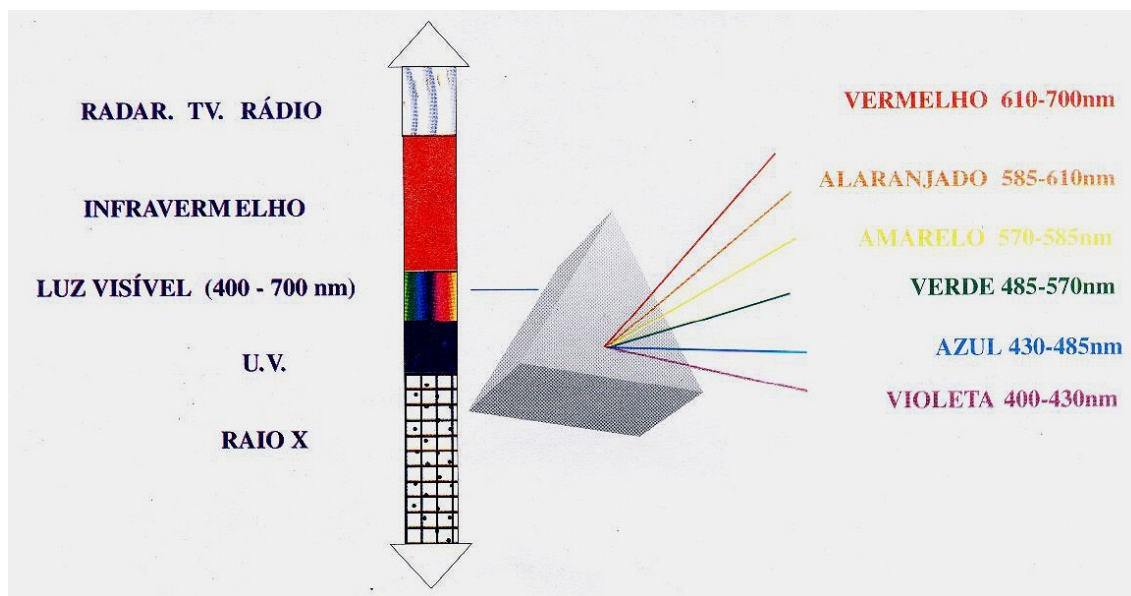
### **3.1.1 Fonte de Luz**

Objetos só podem ser vistos quando luminosos (emitem luz) ou quando iluminados (refletem total ou parcialmente a luz que incide sobre eles). Artigos tintos se enquadram nesse segundo caso.

Como é sabida, a percepção sensorial da cor é causada pela luz. Por essa razão, a cor é sempre relacionada a uma fonte de luz, denominada iluminante, desde que o objeto não emita luz própria. Assim, um objeto só manifesta sua cor quando é iluminado.

Luz é o nome que damos à radiação eletromagnética na faixa de 400 a 700 nm (nanômetros), a qual constitui a radiação visível para seres humanos. Alguns animais podem ver outras faixas de comprimento de ondas. Sabemos que as radiações eletromagnéticas propagam-se em ondas de comprimento variável abrangendo um largo

espectro. Dentro deste espectro há uma pequena banda, na faixa de 400 a 700 nm, que, como mencionamos antes, constitui a luz visível, conforme apresentado na Figura 5.









*Figura 5: Espectro da luz visível.*

As radiações que limitam o espectro de luz visível são os raios ultravioletas ( $<400$  nm) e os infravermelhos ( $>700$  nm).




Quando um feixe de luz atravessa um prisma (experiência de Newton); ele se decompõe em bandas de luz colorida (cores do arco íris), com comprimentos de onda diferentes e que vão desde o vermelho (700 nm) até o violeta (400 nm).

A distribuição de energia espectral de um determinado iluminante, indica o quanto de energia o iluminante irradia em cada intervalo de comprimento de onda. Os iluminantes se diferem muito na proporção dos componentes de seu espectro. Assim, luz solar, de lâmpada incandescente, fluorescente, de sódio, etc. É muito diferente. A lâmpada incandescente, por exemplo, contém mais radiações longas (vermelho, amarelo) do que a luz solar. Com a mudança do iluminante haverá mudança na cor do objeto iluminado. Devido a isso, afirmamos que a cor não é uma propriedade imutável do objeto, mas, varia em função da composição espectral do iluminante. Os raios luminosos componentes do espectro constituem o conjunto de radiações visíveis, cada uma produzindo no cérebro, através dos olhos, uma percepção de cor. Cada componente do espectro tem um comprimento de onda diferente conforme a tabela abaixo:

COR	FAIXA DO ESPECTRO (nm)
Vermelho 	610 – 700
Alaranjado 	595 —610
Amarelo 	570 —595
Verde 	485 —570
Azul 	430—485
Violeta 	400 – 430

Podemos afirmar que as radiações sensibilizam a vista humana na faixa de 400 a 700 nm. Radiações com comprimentos de onda abaixo ou acima desses limites já não são visíveis.

Dentre as cores do espectro, os físicos (note bem: não os coloristas) estabeleceram 3 cores fundamentais:

- Vermelho 
- Verde 
- Azul 

Raios luminosos desses 3 comprimentos de onda, quando projetados sobre uma superfície branca produzem as demais cores do espectro. Assim, projetando-se sobre um fundo branco raios verdes e vermelhos obteremos uma mancha amarela. Projetando-se os raios das 3 cores obteremos o branco. Essa superposição de feixes coloridos constituem o princípio da composição **aditiva** de cores.

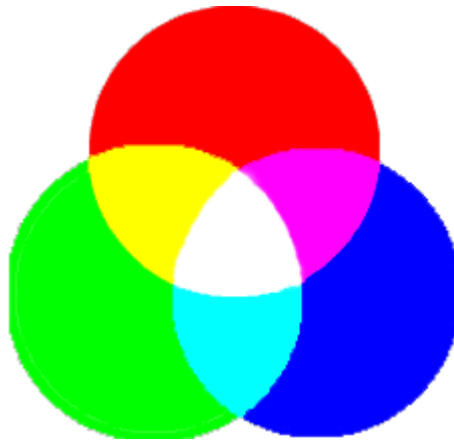
Os raios luminosos podem também ser subtraídos. Assim, ao projetarmos um feixe de luz branca sobre uma lâmina transparente azul (filtro azul), só passarão os raios azuis e, portanto, os demais raios do espectro visível foram subtraídos. Se

sobrepormos 3 filtros, azul, amarelo e vermelho, e projetarmos sobre eles um feixe de luz branca, haverá absorção completa nos filtros e produziremos o preto. Os coloristas trabalham na base da **composição subtrativa** das cores.

Assim, **para o físico**:

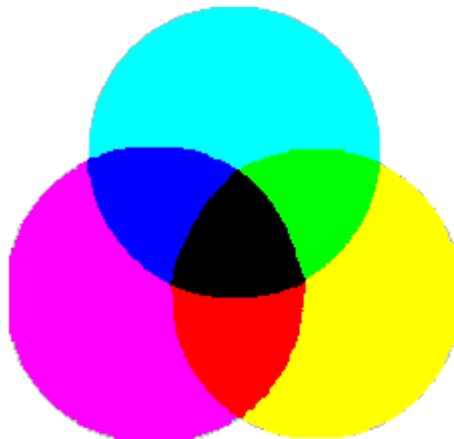
VERMELHO + VERDE + AZUL = BRANCO

(na base da composição aditiva das cores)



e para **o colorista**:

AMARELO + VERMELHO + AZUL = PRETO



(na base da composição subtrativa das cores)

### *3.1.2 Objeto Observado*

A cor de um objeto (por exemplo: um artigo têxtil) é determinada pela luz refletida por este. Assim, um substrato é branco quando reflete toda luz que incide sobre ele e é preto quando não há reflexão de luz, e sim absorção.

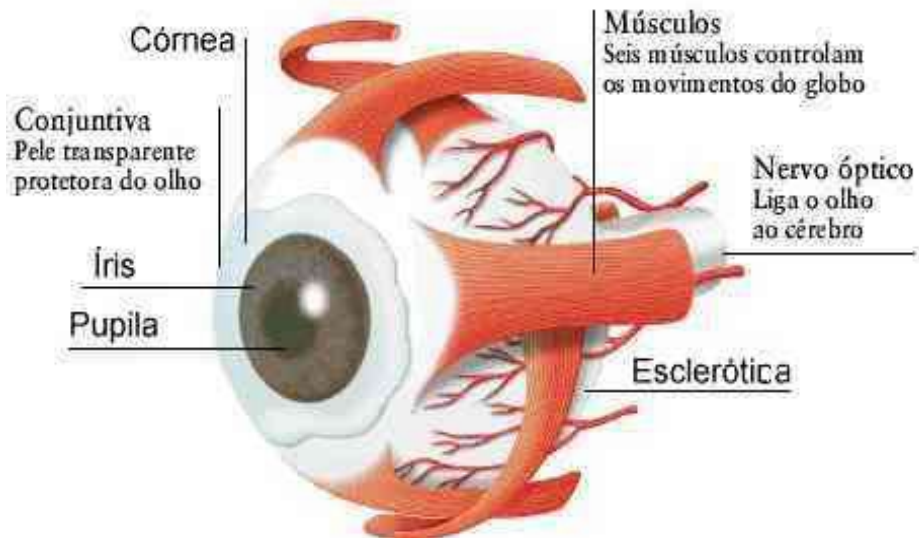
Substratos são coloridos quando absorvem certos raios do espectro e refletem o restante. Por exemplo, dizemos que um substrato é azul quando, ao incidir sobre ele luz branca, reflete azul e absorve os demais componentes do espectro. Por essa razão, quando tingimos um artigo têxtil, estamos trabalhando com subtração de cores. Para cada corpo colorido existem dois tipos de cores:

- **Cor absorvida ou física**
- **Cor refletida ou psicológica (é a que vemos)**

Como já foi dito, um substrato é branco, sob a luz solar, quando reflete todas as cores do espectro. Quando queremos dar cor a esse substrato, precisamos modificar a luz refletida, de modo a só sensibilizar à nossa vista a cor desejada. Isso se consegue pela aplicação de produtos químicos que agem absorvendo seletivamente todas as faixas do espectro menos a desejada, que deverá ser refletida. Esses produtos são chamados **CORANTES** ou **PIGMENTOS** (Veremos mais adiante a diferença entre corantes e pigmentos) e agem por subtração de cores. Por meio de espectrofotômetros, os laboratórios de colorimetria estabelecem as curvas de remissão dos tingimentos, isto é, para radiações de todos os comprimentos de onda, dentro do espectro de luz visível, é determinada a porcentagem de reflectância de energia.

### *3.1.3 A Visão*

A terceira condição essencial para que haja cor é a visão, que funciona como receptor. Como já mencionamos, dentro do espectro de radiações eletromagnéticas há uma banda de raios visíveis entre 400 e 700 nm. Os raios luminosos ao atravessarem o cristalino vão atingir a retina, onde encontram os terminais do nervo óptico, como ilustrado na Figura 6. Nesses terminais existem dois tipos de células:



*Figura 6: Mecanismo de funcionamento da visão para a percepção da cor.*

• **Bastonetes** - responsáveis pela visão em ambiente escuro, com baixa intensidade de luz. Todos os bastonetes têm a mesma sensibilidade espectral e por essa razão vemos somente objetos cinza no escuro e não distinguimos cores. Em intensidade normal de luz os bastonetes não são mais usados e, nesse caso só os cones são decisivos.

• **Cones** - Os cones exibem diferentes sensibilidades (caso contrário, não haveria cores). Basicamente, distinguem-se 3 tipos de cones, sensíveis às radiações azul, verde e vermelho.

### **3.2 Tingimento**

A etapa de tingimento é executada para conferir cor aos fios ou tecidos e aumentar o valor do produto (Figura 7). Os materiais têxteis são tingidos usando uma ampla gama de corantes, técnicas e equipamentos. Os corantes usados pela indústria têxtil são em grande parte sintéticos, tipicamente derivados do alcatrão e derivados do petróleo. A Tabela 1 apresenta os tipos de corantes e seus campos de aplicação, isto é, as fibras que eles tingem. Como alguns corantes podem, em casos especiais, tingir outros tipos de fibras, os campos de aplicação foram divididos em: normais e especiais. O tingimento pode ocorrer em processos contínuos ou em batelada (não contínuo).

Diz-se que um sistema é não contínuo, quando uma operação é iniciada e terminada numa mesma máquina. Neste sistema utiliza-se o processo de esgotamento que consiste na diminuição gradativa do(s) produto(s) presente(s) no banho, com o aumento do efeito desejado sobre o material têxtil. Num tingimento, por exemplo, o corante se transfere do banho de tintura para a fibra, com a conseqüente diminuição de concentração do banho, e aumento da concentração do corante na fibra

No processo contínuo, o material têxtil é alimentado continuamente em solução de corante com velocidade geralmente entre 50 e 250 metros por minuto. O processo de tingimento contínuo consiste tipicamente na aplicação do corante, fixação do corante com produtos químicos ou calor e lavagem. A fixação do corante nas fibras ocorre mais rapidamente em tingimento contínuo que em batelada.

A adsorção e retenção do corante na fibra pode ser química, física ou ambas, dependendo da fibra e do corante. Ex.: algodão, corantes reativos, poliéster, corantes dispersos

O grau de adsorção é função de vários fatores, tais como, temperatura, pH, auxiliares químicos e tempo. É muito importante o uso dos auxiliares químicos adequados para cada classe de corante.



*Figura 7: Fios e tecidos tingidos com diferentes cores.*

### **Influência dos Ácidos / Álcalis (pH)**

Conforme a classe de corantes e a fibra, a velocidade e rendimento da montagem podem ser influenciados por ácidos ou álcalis. Tomando-se como exemplo os corantes ácidos, a influência do pH pode ser facilmente demonstrada no tingimento de poliamida ou da lã. Por outro lado, álcalis são da maior importância na fixação de corantes reativos.

**Tabela 1** – Aplicação dos corantes em diversas fibras.

Tipo de corante	Tipo de fibra					
	Protéica (lã, seda)	Celulósica (algodão, viscose)	Acetato Triacetato	Poliamida	Poliéster	Acrílica
Ácido	XX	-	-	XX	-	-
Azóico	-	XX	X	X	X	X
Básico	-	-	-	-	-	XX



À tina	X	XX	-	-	-	-
Direto	X	XX	-	X	-	-
Disperso	-	-	XX	XX	XX	XX
Pigmento*	X	X	X	X	X	X
Reativo	XX	XX	-	X	-	-
Sulfuroso	-	XX	-	-	-	-

Notas: XX Casos normais; X Casos especiais.

\* não pode ser considerado como um verdadeiro corante

### **Influência de Eletrólitos**

No tingimento de algodão e demais fibras celulósicas utilizam-se eletrólitos (sulfato ou cloreto de sódio) para aumentar a substantividade e, portanto, o rendimento tintorial do corante. Adições de eletrólitos em tempos muito curtos ou em quantidades excessivas, podem provocar tingimentos desiguais ou com má solidez. Por outro lado, no tingimento de lã com corantes ácidos adiciona-se sulfato de sódio para retardar a montagem.

### **Influência da Temperatura e Tempo**

O processo de tingimento divide-se em duas fases:

- cinética, fase de montagem do corante e
- termodinâmica, fase de equilíbrio e fixação.

Em grande número de processos de tingimento, a velocidade de montagem e a fixação dependem da temperatura. Em certos casos observamos que, com a variação da temperatura, o corante se desloca do banho para a fibra (fase de montagem). Esse deslocamento, deve ser feito dentro de um tempo pré-calculado, em função dos contatos/min. que temos no processo. Esse tempo, deverá ser pré-estabelecido de forma que a montagem ocorra linearmente.

Na fase de fixação, quando o corante se difunde na fibra, há uma temperatura ideal. A temperatura de fixação depende da classe de corante e da fibra. O tempo de

fixação também é importante, pois o tempo reduzido pode ser insuficiente para a difusão completa do corante na fibra, ocasionando, além de baixo rendimento, problemas de solidez.

### **Influência dos Agentes Auxiliares**

Para um melhor controle da velocidade de montagem, empregam-se também agentes auxiliares, os quais podem acelerar ou retardar um tingimento.

#### **Aceleradores**

São usados no tingimento de poliéster, pois esta é uma das fibras sintéticas mais compactas. Só temperaturas acima de 100°C, possibilitam a difusão relativamente rápida do corante disperso na fibra. Normalmente o tingimento é processado a 130°C. Em certos casos, onde precisamos tingir em temperaturas inferiores à acima (por exemplo no caso de PES/WO, onde a lã é danificada acima de 106°C), usamos produtos, denominados carriers, que incham a fibra e permitem a difusão do corante no PES.

#### **Retardantes**

Podemos aplicar agentes auxiliares que retardam a montagem do corante na fibra. Estes produtos são denominados retardantes ou igualizantes. Os retardantes podem ter afinidade à fibra ou ao corante. Os retardantes com afinidade à fibra, tem o mesmo caráter iônico que o corante e, portanto, concorrem com ele durante o processo. Dependendo do poder de montagem desses agentes auxiliares, eles bloqueiam total ou parcialmente os grupos químicos reativos da fibra e, assim, retardam a montagem. Em temperaturas mais elevadas, eles se deslocam para o banho permitindo que o corante ocupe o seu lugar. Retardantes com afinidade ao corante formam um complexo com este. O complexo só se quebra com o aumento da temperatura.

#### **3.2.1 Corantes**

Os corantes, atualmente sintéticos, são compostos orgânicos complexos que, quando aplicados às fibras têxteis, têm a habilidade de criar uma certa cor, devido à presença de grupos químicos insaturados, denominados CROMÓFOROS. Assim, substâncias que possuem cromóforos em diferentes arranjos, produzirão a sensação de

diferentes tonalidades de cor, por exemplo, azul-claro, azul-esverdeado, azul-avermelhado, azul marinho, etc.

Embora os cromóforos forneçam cores às substâncias, a intensidade ou o brilho da cor depende da presença de um ou mais grupos químicos, denominados AUXOCROMOS, que também podem fornecer substantividade para o substrato.

A definição técnica de um corante é: *um composto químico que pode ser fixado num material qualquer, por exemplo, numa fibra têxtil de forma mais ou menos permanente, e que produz na mente humana a sensação visual de uma dada cor.*

Os produtos de cor podem ser divididos em corantes, que são solúveis no meio ao qual eles são aplicados e pigmentos, que são insolúveis no meio de aplicação.

As principais propriedades que um corante deve possuir são:

- 1) Intensidade de cor;
- 2) Solubilidade em solução aquosa;
- 3) Habilidade para ser adsorvido e retido pela fibra (substantividade) ou para combinar-se quimicamente com ela (reatividade).

### **Solidez**

No tingimento os corantes devem ser capazes de difundirem-se nas fibras, e o corante difundido deve ser mantido dentro da fibra. Isso pode ocorrer de três modos diferentes:

1- O corante pode ser substantivo à fibra e, neste caso, tornar-se fisicamente ligado a mesma por uma ou mais formas: forças iônicas, pontes de hidrogênio ou forças de Van der Waals. As forças iônicas são as mais simples de se entender, podendo-se defini-las como sendo a atração entre íons carregados positiva e negativamente, um no corante e outro na fibra. A ponte de hidrogênio está associada ao compartilhamento de elétrons, neste caso, entre o corante e as moléculas das fibras. As forças de Van der Waals são as atrações entre átomos ou moléculas quando postas muito próximas umas das outras.

2- O corante pode reagir também, para formar uma ligação química covalente com as fibras.

3- Grupos de solubilização temporários podem ser removidos, deixando o corante encalhado e insolúvel no substrato fibroso.

## **Solubilidade**

Os corantes devem ser solúveis, molecularmente dispersíveis ou capazes de se tornarem solúveis no meio em que são aplicados. Sendo esse meio de aplicação, geralmente, a água. Os grupos de substituição que conferem solubilidade à molécula de corante na água, são de dois tipos: aqueles que são parte integrante da molécula e aqueles que são introduzidos temporariamente, para serem removidos durante o processo de tingimento.

## **Substantividade**

A presença de um ou mais grupos específicos em uma molécula de corante determinam a substantividade e solubilidade para com as fibras. Alguns exemplos destes grupos são:

- grupos aniônicos: conferem substantividade e solubilidade para com as fibras protéicas e poliamídicas.

- grupos catiônicos: conferem solubilidade e substantividade para com as fibras protéicas, poliamídicas e acrílicas.

- grupos polares (-OH, -NH<sub>2</sub>, etc.): aumentam a substantividade dos corantes não iônicos (dispersos) para com as fibras sintéticas, e também exercem considerável influência sobre a cor.

## **Reatividade**

Os corantes reativos, em relação aos outros tipos de corantes, são retidos pela fibra de uma maneira diferente. Eles formam uma ligação covalente com a fibra, ou seja, eles compartilham elétrons com a fibra, se integrando à estrutura molecular da mesma.

## **Tipos de corantes**

### **Corantes Ácidos**

O nome desta classe de corantes originou-se do processo de tingimento. Estes corantes são aplicáveis à lã, seda e poliamida na presença de um ácido orgânico ou inorgânico e, por isso, são designados corantes ácidos. Esta classe compreende um grande grupo de corantes aniônicos e com peso molecular relativamente baixo, que

possuem um a três grupos de ácidos sulfônicos. Quimicamente, os corantes ácidos pertencem à várias subclasses, como nitro, nitroso, monoazo, diazo, trifenil, antraquinona, etc. Como os corantes diretos, os corantes ácidos podem ser representados por  $R-SO_3Na$ , e assim, parecerem-se uns com os outros. Quando dissolvidos em água, eles produzem ânions coloridos ( $R-SO_3^-$ ) e cátions de sódio incolores ( $Na^+$ ).

Um método de classificação dos corantes ácidos é dividi-los em três grupos de acordo com aplicação e propriedade de solidez.

1) Corantes de boa igualização: tingem a lã em meio fortemente ácido para ter boa exaustão, têm baixo peso molecular, têm boa igualização e a solidez a luz é geralmente boa, mas a solidez a úmido não é inteiramente satisfatória. Para a poliamida, estes têm peso molecular maior e são aplicados em pH neutro ou levemente ácido.

2) Corantes de média igualização: estes corantes têm melhor solidez à lavagem que os anteriores, boa igualização, mas possuem cores menos brilhantes. São usados quando se exige boa solidez à lavagem e têm peso molecular mais elevado que os anteriores, são aplicados em meio levemente ácido (pH 5,2 a 6,2), com ácido acético.

3) Corantes que tingem em meio neutro: são aplicados em meio neutro e têm baixo poder de igualização e sua aplicação exige cuidados consideráveis devido ao seu peso molecular elevado. Possuem boa solidez à luz e a úmido.

### **Corantes Dispersos**

Estes corantes apresentam uma gama completa de tonalidades para o poliéster e as poliamidas. Nas fibras acrílicas, são usados na obtenção de cores pastéis. Como estes corantes são os únicos que tingem homopolímeros de poliéster em processo convencional, eles são usados principalmente para esta fibra. São usados em copolímeros de poliéster e outros polímeros sintéticos, com pequenas variações do processo.

Esses corantes são não-iônicos e na maioria dos casos, têm solubilidade extremamente baixa, mas finita, em água. O produtor deve prepará-los num estado finamente dividido, que possa fornecer em água uma dispersão estável. Na prática, consegue-se isso moendo os cristais de corante em água contendo um agente de dispersão aniônico, como sulfonato de lignina, até que o tamanho da partícula atinja os valores de 1 a 3  $\mu m$ . Os corantes são padronizados numa concentração padrão e vendidos como pastas ou pós dispersíveis.

Os corantes dispersos podem ser aplicados às fibras de acetato, acrílico, poliamidas, poliéster e triacetato. Entretanto para o acetato, o poliéster e o triacetato, os corantes dispersos são a única maneira prática de tingimento.

### **Corantes Reativos**

Designam-se corantes reativos aqueles que aplicados aos materiais têxteis devem sua solidez à úmido às combinações químicas covalentes com a fibra. Ao reagir, esses corantes quimicamente, tornam-se parte da fibra. A combinação química covalente significa a repartição de elétrons entre átomos para formar mais uma liga química do que uma associação eletrovalente, que é simplesmente uma atração de íons de carga oposta, como acontece com os sais de metal. Os corantes reativos são geralmente aplicados em fibras celulósicas. Aplicados à poliamida, têm ótima solidez a úmido, mas apresentam problemas de igualização. Nesse aspecto, os corantes reativos diferem fundamentalmente das outras classes de corantes. Já foi verificado que os corantes convencionais devem sua solidez a úmido à alguma associação ou substantividade física à fibra, ou a insolubilidade a água. Em alguns casos, ambos os fatores estão envolvidos. Como a liga química desses corantes à fibra não é influenciada pelos tratamentos à úmido, domésticos ou industriais, suas tonalidades não se alteram após sucessivas lavagens.

### **Pigmentos**

A arte de colorir os materiais têxteis não se restringe ao tingimento, onde o corante penetra e fixa-se dentro da fibra. Esta coloração também é efetivada pela estampagem, operação na qual, o pigmento é depositado na superfície do fio ou tecido, e lá é fixado através de uma cola ou resina.

Os pigmentos são materiais insolúveis no meio de aplicação, não têm substantividade, nem grupos reativos para se ligar às fibras e, dessa forma, só se depositam na superfície das mesmas. Para não se desprenderem facilmente da superfície dos materiais têxteis e terem boa solidez aos tratamentos a úmido, precisam ser colados com ligantes, como as resinas.

### **Branqueadores Ópticos**

Os substratos têxteis, mesmo após um alvejamento químico, têm a tendência a refletir um tom amarelado. Se empregarmos um produto que reflete raios azulados ou

avioletados, essas cores complementam o amarelo claro e enxergaremos brancos (efeito corresponde à reflexão total da luz). Por isso aplicamos, simultaneamente ou após o alvejamento químico, um branqueador óptico.

*Branqueadores ópticos* são produtos que, quando aplicados nos substratos têxteis, absorvem os raios invisíveis ultravioletas (de comprimentos de onda inferior a 400 nm) do espectro solar e refletem raios violetas ou azulados. Este fenômeno é denominado fluorescência. O comportamento de um branqueador óptico é diferente de um corante azul: caso do anil, muito usado no passado. O branco obtido com anil é pouco radiante. Portanto, os branqueadores ópticos diferem totalmente do anil, uma vez que, este último faz com que enxerguemos branco pela absorção do amarelo enquanto que os primeiros são fluorescentes, isto é, emitem adicionalmente azul/violeta.

### *3.2.2 Controle de Qualidade dos Tingimentos*

Três parâmetros são da maior importância no controle de qualidade dos tingimentos:

- Reprodutibilidade;
- Igualização;
- Solidez da cor.

#### **Reprodutibilidade da Cor**

A reprodutibilidade da cor é controlada, na grande maioria das tinturarias, visualmente, embora, os controles mais rigorosos devam ser feitos por colorimetria. Nesse caso devem ser avaliados:

- Intensidade;
- Tonalidade;
- Pureza.

Destes três valores o que causa maior número de reclamações, quando difere do padrão, é a tonalidade e, em seguida, a pureza. Quando a cor está na tonalidade e pureza corretas, pequenas divergências na intensidade são, usualmente relevadas. Entretanto, quem, realmente define o grau de tolerância é o cliente.

### **Igualização**

A igualização dos tingimentos é de primordial importância. Esta é normalmente controlada nas tinturarias, pelo exame detalhado e por pessoal competente, nos equipamentos denominados tribunais. Existem outros critérios usados como costura de pedaços de tecido ou malha retirado de pontos diferentes das peças. Quando se trata de fios tintos, usualmente, se faz uma malha com fios tirados de dentro e fora das rocas e ou de diferentes rocas, portanto, geralmente, a avaliação é visual.

### **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. Classificam-se em: Solidez ao processo e Solidez ao uso.

#### ***3.2.2 Tingimento de Poliéster***

A acessibilidade dos Corantes Dispersos na fibra de poliéster é muito difícil devido à sua estrutura cristalina e de alta orientação. Há duas formas de minimizar o problema da difusão dos corantes nas fibras de poliéster:

- Aumentar a acessibilidade da fibra mediante o uso de agentes transportadores denominados “carriers” que temporariamente dilatam os espaços intermoleculares das fibras;
- Aumentar a velocidade de difusão pelo aumento da temperatura de tingimento.

#### **Tingimento de Poliéster mediante o uso de agentes transportadores “carriers”**

Na introdução da fibra de Poliéster no mercado usavam-se os “carriers”. Posteriormente, passou-se a empregar tingimento sob pressão, em temperaturas de  $\pm 130^{\circ}\text{C}$ . Ainda hoje, são empregados os “carriers” em circunstâncias especiais:

- quando não se dispõe de maquinário para trabalhar sob pressão;



- quando se tingem misturas de Poliéster e Lã . A lã, quando não se adiciona um protetor, não suporta temperaturas acima de 106°C;
- também, misturas com elastômeros que podem ser sensíveis e, nestes casos, sob orientação do fabricante da fibra, usam-se “carriers” e tingem-se em temperaturas abaixo de 130°C.

Os “carriers” encontrados no mercado são baseados em uma ou mais misturas de produtos. O aumento da acessibilidade dos Corantes Dispersos à fibra de Poliéster é explicado por inúmeras teorias, todas baseadas em uma das alternativas.

#### **Efeito dos “carriers” sobre os corantes no banho.**

“Carriers” e corantes formam complexos que mais facilmente se difundem na fibra. “Carriers” solubilizam os corantes, que melhor se difundem desta forma. Eles formam na superfície da fibra uma película, através da qual o corante se solubiliza e se difunde na fibra.

#### **Efeito dos “carriers” sobre os corantes na fibra.**

O “carrier” contém grupos hidrófilos, que aumentam a atração da fibra pela água, criando um meio pelo qual o corante se dissolve e se difunde. O “carrier” difunde-se, inicialmente, na fibra e separa as cadeias poliméricas, criando segmentos mais acessíveis. Isto equivale à redução da temperatura de transição do estado cristalino ao semi-amorfo.

#### **Tingimento de Poliéster à alta temperatura**

A velocidade do tingimento aumenta com o aumento de temperatura. Em temperaturas muito baixas (inferiores a 70°C) as cadeias poliméricas encontram-se quase que paralisadas e na medida em que se aumenta a temperatura, aumenta a vibração, aumentando a mobilidade de segmentos poliméricos nas regiões amorfas, abrindo cavidades suficientemente grandes, através das quais o corante pode se difundir. O volume livre do polímero aumenta com o aumento da temperatura. Há duas maneiras de transmitir esta energia de ativação:

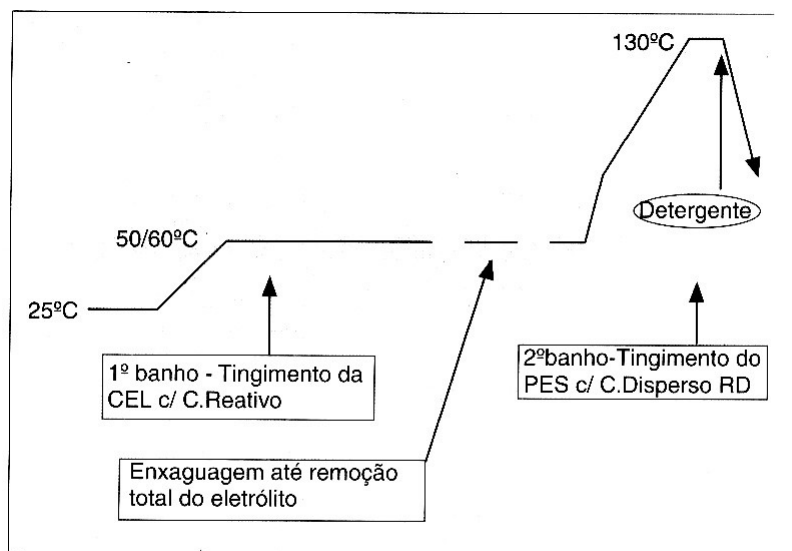
- Nos tingimentos por esgotamento, em aparelhos fechados e temperaturas de 128/130°C sob pressão de aproximadamente 3,5 atmosferas. Processo denominado de HT;
- Tingindo em tempos curtos de 60 a 120 segundos com calor seco a 200/220°C no processo denominado Thermosol.

### *3.2.3 Tingimento de Fibras mistas*

#### **Processo com Corantes reativos frios / Dispersos com lavagem simples intermediária**

Procede-se conforme a seqüência:

1. Tingimento da celulose com corantes Reativos frios;
2. Enxague com água fria até remoção do eletrólito ( $a < 1$  g/L). Sais residuais impedem a boa eliminação dos corantes hidrolisados na fase seguinte;
3. Tingimento do Poliéster, de preferência com corantes RD (devido estabilidade da dispersão e redução do tempo), e ensaboamento, durante o resfriamento, para remoção dos corantes reativos e dispersos dos não fixados. O ensaboamento é processado mediante a adição de um detergente no início do resfriamento. Usa-se: 1 ml/L de um Etoxilado não iônico + 1g/L de Fosfato trisódico. Em máquinas muito sensíveis à espuma se usa um detergente não espumante. Com o ensaboamento na fase de resfriamento do tingimento de PES há economia de tempo e energia. O processo citado pode ser visualizado na Figura 8;
4. Em casos especiais de tonalidades muito intensas é possível que seja necessário um segundo ensaboamento e, nesse caso, procede-se à 70°C por 15 min.



Dispersos

ivos/

*Figura 8: Processo de tingimento de PES/CEL por esgotamento com corantes reativos/ dispersos.*

### 3.2.4 Tingimento de Poliamida

#### Histórico

A primeira fibra poliamídica foi desenvolvida na década de 30, sob o nome de Nylon, nos laboratórios da Du Pont. Tratava-se da poliamida 6.6, inicialmente usada na fabricação de escovas. Adquiriu maior importância durante a segunda guerra mundial quando foi empregada na produção de pára-quedas. Neste mesmo período a Alemanha desenvolveu o Perlon ou Poliamida 6 e, posteriormente foi criada na França, a Poliamida 11 ou Rilsan.

As fibras poliamídicas têm hoje uma importância grande no nosso mercado, sendo a terceira fibra em consumo. No Brasil são produzidas e consumidas fibras de poliamida 6.6 e poliamida 6.

#### Mecanismo do tingimento

No tingimento de fibras poliamídicas com corantes dispersos não ocorre nenhuma ligação química (Figura 9). O processo é puramente físico: o corante adsorvido na superfície da fibra, difunde-se para o interior. A migração é explicada pela facilidade com que o corante tem de se difundir novamente para a superfície e sofrer uma desadsorção, voltando para o banho. A razão desta facilidade de difusão e desadsorção reside na estrutura molecular do corante não muito orientada.

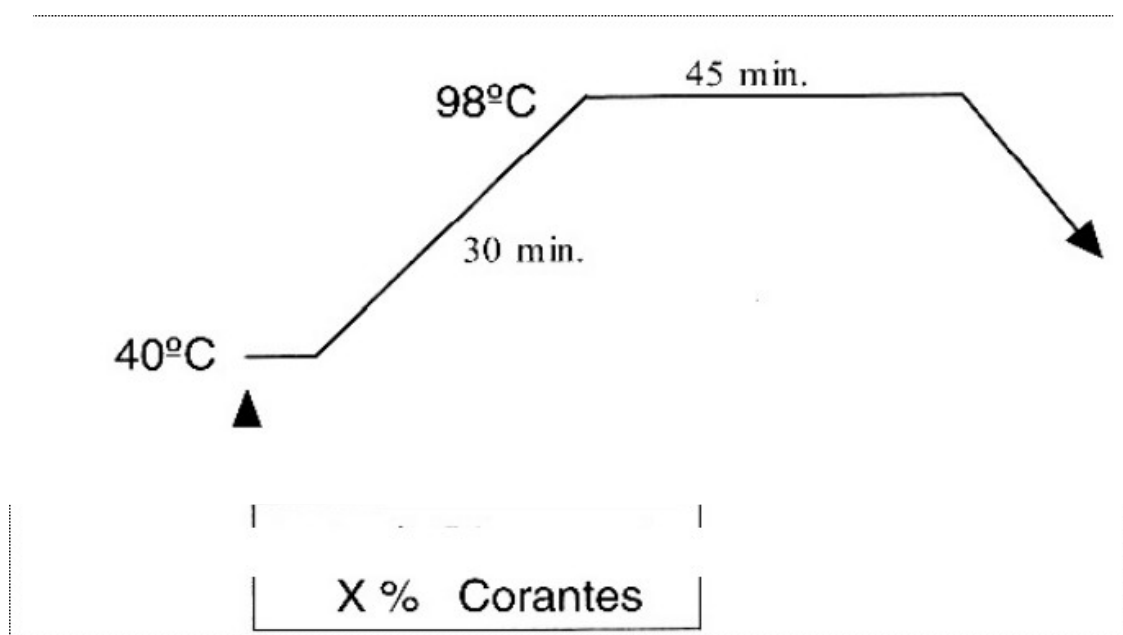


Figura 9: Processo de tingimento de poliamida com corante dispersos.

### 3.2.5 Tingimento de Fibras Celulósicas com Corantes Reativos

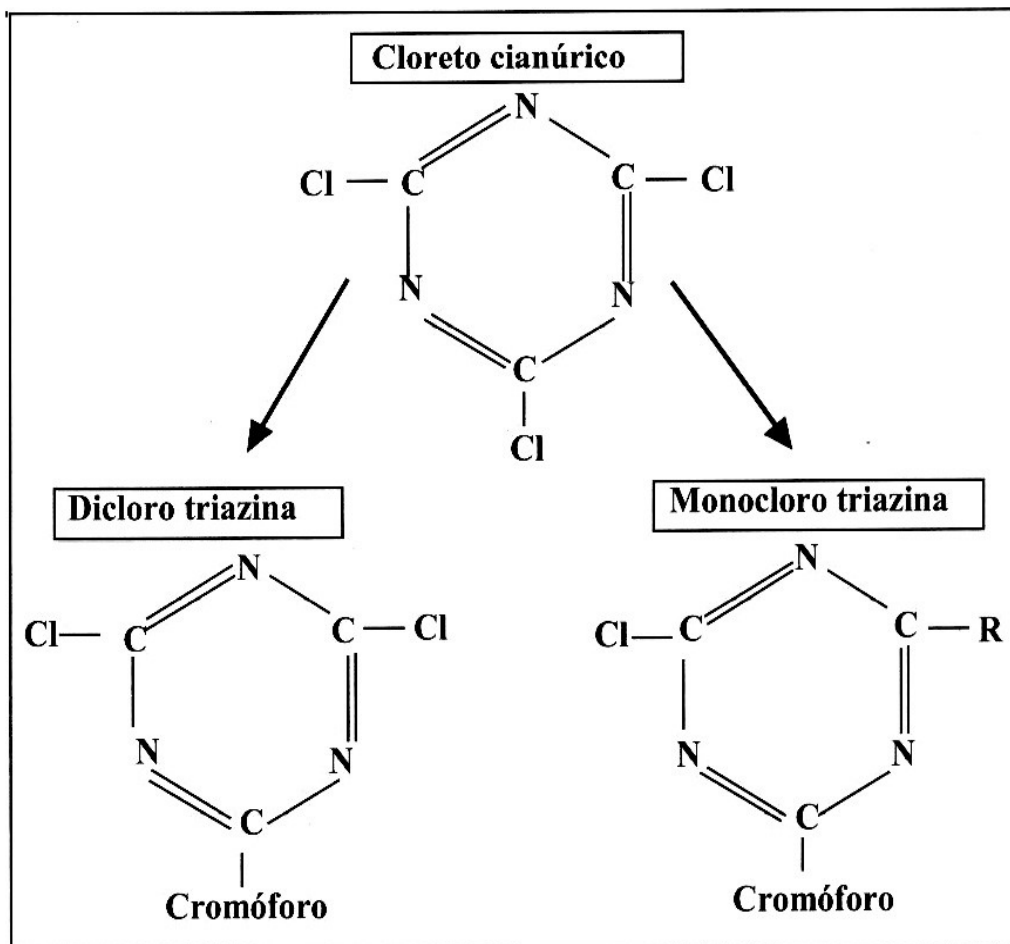
Antes do surgimento dos corantes reativos, as fibras celulósicas eram tingidas segundo um dos seguintes princípios:

- adsorção de corantes pela fibra, estabelecendo com esta, tênues ligações por pontes de hidrogênio: corantes diretos;
- adsorção por mecanismo semelhante ao anterior e posterior insolubilização do corante por oxidação: corantes à tina e ao enxofre.

- construção de corantes insolúveis na fibra: corantes azóicos.

Por muitos anos havia um anseio, entre os químicos têxteis de se obter tingimentos sólidos mediante reação do corante com a celulose. Após inúmeros trabalhos pioneiros, em 1956, a ICI lançou no mercado os primeiros corantes reativos para celulose, os quais foram obtidos a partir do Cloreto Cianúrico (Figura 10). Os grupos reativos desses primeiros corantes eram Diclorotriazina e Monoclorotriazina. Desde então, houve um enorme desenvolvimento científico/tecnológico e foram criados inúmeros grupos químicos reativos que possibilitavam ligações mais ou menos estáveis com a celulose. Com o advento dos corantes reativos foi estabelecido um quarto princípio para o tingimento de fibras celulósicas: Adsorção do corante e em seguida, reação com a celulose, formando uma ligação covalente.

Hoje, após 40 anos da introdução dos corantes reativos, há uma enorme demanda destes produtos no mercado: cerca de 40% dos corantes para celulose consumidos no Brasil são corantes reativos.



- Primeiros corantes reativos - Derivados de Cloreto Cianúrico

*Figura 10: Primeiros corantes reativos - derivados de cloreto cianúrico.*

A celulose é um polissacarídeo de alto peso molecular. Os corantes reativos reagem com os grupos hidroxílicos da celulose e para que ocorra esta reação, há necessidade da ionização dos mesmos. A ionização da celulose aumenta com o aumento da alcalinidade do banho: a concentração de íons grama/L de **Celulose-O<sup>-</sup>** aumenta em 10 vezes para cada aumento de uma unidade de pH entre 7 e 11. Como veremos adiante a reação entre corante e celulose ocorre em meio alcalino.

Há duas razões para adição de álcali no processo de tingimento:

- ionização da celulose;

- neutralização do ácido formado durante a reação.

### O corante reativo

A estrutura de um corante reativo contém 3 tipos de grupos funcionais:

- **grupo cromóforo** - responsável pela cor;
- **grupos solubilizantes** - são grupos sulfônicos, responsáveis pela solubilidade. Respondem também pelo grau de migração, substantividade e lavabilidade;
- **grupo(s) reativo(s)** - são, sem dúvida, os que caracterizam os corantes reativos.

### A reatividade do corante

Dizemos que alguns corantes têm maior reatividade que outros. A reatividade é medida pela velocidade da reação em função da concentração de álcali e da temperatura. Quanto maior a concentração alcalina ou a temperatura que o corante necessita para reagir, menor a sua reatividade. Normalmente são denominados **corantes a frio**, os de maior reatividade, cujas temperaturas do tingimento por esgotamento variam de 30 a 80°C.

São chamados corantes reativos à quente, os de menor reatividade e que são tingidos por esgotamento em temperaturas acima de 80°C.

### Reações químicas

Em ambiente alcalino ocorrem duas reações, uma desejável com a fibra e outra indesejável, porém inevitável, com a água. Estas reações podem ser:

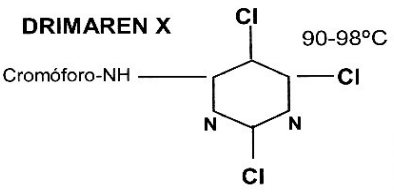
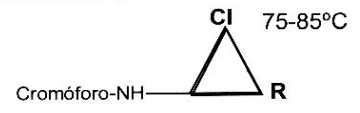
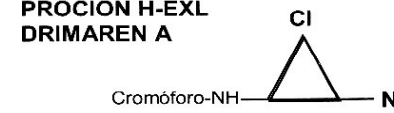
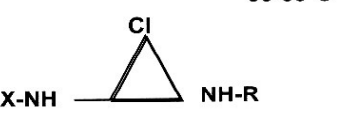
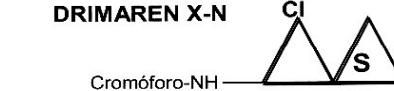
**por substituição** - quando o grupo reativo é portador de um ou mais átomos de cloro ou de flúor. Exemplos: Corantes de Monoclorotriazina, Diclorotriazina, Tricloropirimidina, Diflúor monocloro pirimidina,

**por adição** - quando se trata de um corante vinilsulfônico.

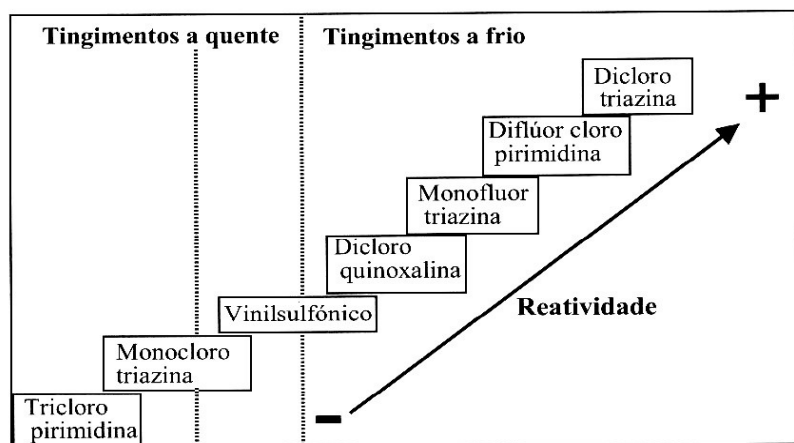
No tingimento com corantes reativos devemos estabelecer condições que maximizem o rendimento da reação com a fibra e, conseqüentemente, minimizem a

reação com a água. O corante que reage com a água é chamado corante hidrolisado e deve ser removido por lavagem e ensaboamento posterior. Para cada gama de corantes reativos devemos estabelecer as condições ideais de pH e temperatura, para conseguirmos os maiores graus de fixação (Figura 11).



<b>DRIMAREN X</b>  <b>TRICLORO-PIRIMIDINA</b> 90-98°C	<b>CIBACRON PROCION H</b>  <b>MONOCLORO-TRIAZINA</b> 75-85°C
<b>PROCION H-E PROCION H-EXL DRIMAREN A</b>  <b>MONOCLORO-TRIAZINA</b> 80-85°C	 <b>MONOCLORO-TRIAZINA</b> 80-85°C
<b>DRIMAREN X-N</b>  <b>MONOCLORO-TRIAZINA MODIFICADO</b> 90-98°C	
<b>- Corantes reativos a quente</b>	

estão classificados os principais grupos reativos, por escala de reatividade



- Escala de reatividade

Figura 11: Escala de reatividade.

### **Lavagem - ensaboamento**

Para se conseguir o máximo grau de solidez aos tratamentos úmidos, é necessária a eliminação do corante hidrolisado, o que, é feito mediante processos de lavagem e ensaboamento posterior.

### **Tingimento de Algodão pelo Processo “PAD BATCH”**

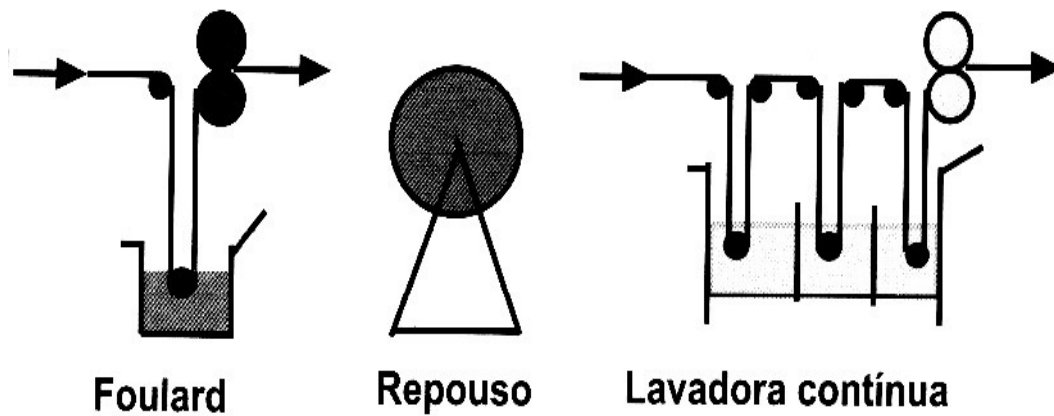
#### **Introdução**

Com o emprego do processo “Pad Batch” consegue-se:

- Tecidos de alta qualidade devido ao mínimo efeito mecânico exercido sobre a superfície, em comparação com processos em barcas ou jets. Obtem-se toque sedoso, aspecto liso, mínimo encolhimento e ótima igualização;
- Vantagens econômicas e ecológicas: rendimento tintorial elevado, excelente reprodutibilidade, baixos custos de investimento, baixo consumo energético, reduzido consumo de água e de produtos químicos, pouca mão de obra, aplicação flexível (metragens reduzidas) e baixo volume de despejos nos efluentes.

#### **Fluxo do Processo**

Os corantes são aplicados em banho alcalino no “foulard” à temperatura ambiente. Após a foulardagem, o tecido é enrolado e deixado repousar sobre suportes. Durante o repouso, os rolos giram lentamente, pelo tempo necessário e à temperatura ambiente. Após o período de fixação o corante não fixado é removido por lavagem e ensaboamento (Figura 12).



*Figura 12: Tipos de maquinários utilizados no processo de lavagem.*

**Etapas do Processo:**

- Preparação do banho;
- Preparação do tecido;
- Impregnação;
- Espremedura;
- Enrolamento;
- Condicionamento;
- Lavagem e ensaboamento.

### **3.3. Estamparia**

Estampar consiste em imprimir sobre substratos têxteis, matérias corantes ou produtos químicos capazes de colorir ou descolorir áreas pré-determinadas.

As estampas dão aos tecidos as mais variadas e coloridas padronagens. Os materiais têxteis submetidos à estampagem podem ser tintos ou não.

A estampagem pode ser feita com pigmentos ou corantes reativos. Sendo que cerca de 75 a 85% fazem o uso de pigmentos, por ser um método simples e econômico. Não são necessárias etapas de lavagem.

Na sequência estudaremos com mais detalhes o processo de estamparia.

## 4 Beneficiamento terciário

### **4.1 Acabamento**

O acabamento final tem como objetivo proporcionar ao material têxtil as características finais próprias para o mercado consumidor. Com o acabamento final conseguimos dar ao tecido, características como: encorpamento, aumento de rigidez, maior brilho, toque mais macio, impermeabilidade, resistência, repelência à sujeira, à água e ao fogo. Estas características são incorporadas ao substrato têxtil de acordo com as necessidades exigidas pelo seu uso final. A forma de aplicação dependerá de fatores como: tipo de fibra, tipo de artigo (malha ou tecido plano), tipo de equipamento disponível e o tipo de acabamento que se pretende.

Na maioria dos casos teremos um Foulard e uma rama trabalhando em conjunto e em velocidades diferentes. O acabamento é realizado por tratamento mecânico ou químico.

O **acabamento mecânico** pode envolver cardação, calandragem ou outros tratamentos físicos usados para aumentar o brilho e toque aos têxteis.

#### Calandragem

Processo mecânico no qual através de uma combinação de atrito com temperatura e pressão conseguimos conferir ao substrato têxtil, características como: alisamento, brilho intenso, e até mesmo criar relevos e efeitos superficiais.

O processo de calandragem não é permanente, desaparecendo após a lavagem. Porém se adicionarmos resinas (uréia-formol, acrílicas), podemos transformar certos efeitos em permanentes. Neste caso, devemos aplicar a resina antes do processo de calandragem e realizar uma polimerização após a calandragem.

### Flanelagem

Utilizada para se obter tecidos com superfícies peludas. Podem ser aplicadas para obtenção de flanelas, para levantar pêlos em tapetes e carpetes. Esses efeitos são obtidos em flaneladeiras, máquina provida de vários cilindros com agulhas que fazem o atrito enérgico na superfície do tecido.

### Lixamento

O lixamento é utilizado para se obter o lixado, muito utilizado em jeans, e é conseguido com o atrito de cilindros revestidos de lixas.

### Sanforização

Acabamento de pré-encolhimento, para evitar que o tecido de algodão encolha nas lavagens posteriores. É obtido em máquina especial (sanforizadeira) destinada para que se execute este trabalho. As aplicações são as mais diversas. Esse acabamento também possui etiqueta de qualidade, entretanto, para que o tecido receba a etiqueta sanforizado deverá ter no máximo 1% de encolhimento residual.

O **acabamento químico** pode conferir aos têxteis uma variedade de propriedades, desde diminuição da eletricidade estática ao aumento de resistência à chama. Esse processo de acabamento é realizado em *foulard*.

No **acabamento antiestático**, as fibras sintéticas possuem uma forte tendência a se carregar eletricamente, a qual varia com o percentual de umidade relativa do ar. Em ambientes muito secos torna-se imprescindível a aplicação deste acabamento.

Existe uma relação entre a carga eletrostática do tecido e a sua tendência a “sujar”, pois quanto mais carregado, maior a tendência a atrair partículas de sujeira de

cargas opostas. Estes produtos neutralizam as fibras evitando este inconveniente. Atualmente encontramos produtos aniônicos, catiônicos e não-iônicos no mercado e quase todos influem no toque do tecido e tem uma permanência limitada. Em alguns casos os anti-estáticos podem deixar uma película pegajosa na superfície da fibra que apesar de estar neutralizada retém as impurezas por adesão.

#### Amaciamento

Este processo visa conferir ao material têxtil um toque agradável e liso. Essa propriedade não pode ser avaliada objetivamente, e, portanto, considera-se a suavidade propriamente dita proporcionada a superfície em comparação a rigidez original. Dessa forma esta característica é avaliada quase sempre manualmente.

#### Acabamento Anti-Ruga (“Lave-use”)

Podem ser permanentes (sólidos à lavagem) ou não permanentes. Têm a finalidade de diminuir a formação de rugas e são muitas as resinas para este fim. Por exemplo: uréia formol, uréia formol modificada, reactantes, etc. A mais sólida destas é a reactante. As aplicações são diversas: vestuário, roupas de cama entre outros.

#### Impermeabilizantes

Resinas destinadas a tornar o tecido impermeável, não permitindo a passagem da água, nem com ação mecânica. Estas resinas também tornam o tecido impermeável ao ar. Suas aplicações são as seguintes: lonas, toldos, guarda-chuvas, etc.

#### Acabamento Anti-Chama

Acabamento com a finalidade de impedir a propagação das chamas.

## 5. Máquinas empregadas no beneficiamento têxtil

### **Processo descontínuo ou em batelada**

#### **Barca de Molinete**

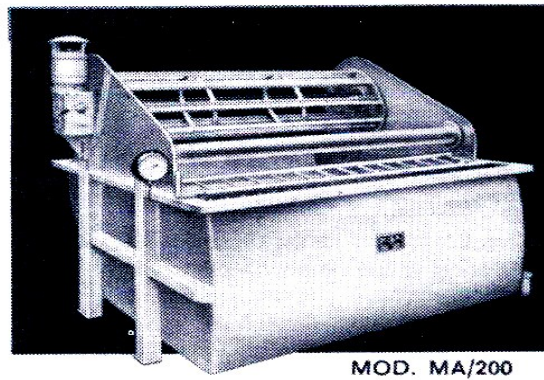
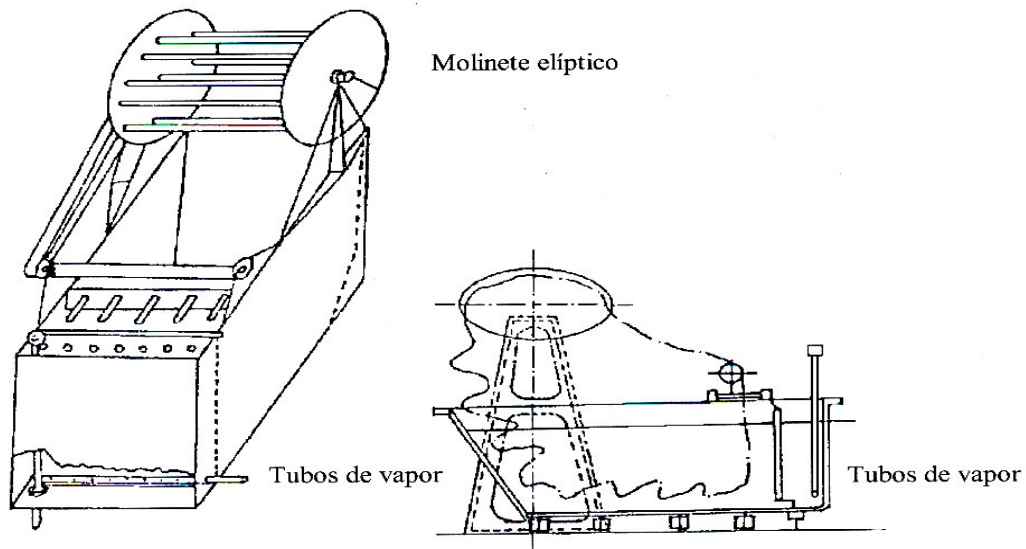
Trata-se de uma das mais antigas máquinas para o tingimento de tecidos ou malhas (Figura 13), sendo de grande flexibilidade quanto ao leque de artigos que podem ser tingidos nela. Os tingimentos em barca são de alto custo uma vez que se trabalha com altas relações de banho (1:20 até 1:40) o que se traduz por gastos de água, energia e produtos.

Os artigos são tingidos em corda cujas extremidades são costuradas uma na outra. Pode-se trabalhar, conforme a largura da barca, com até 10 a 12 cordas, separadas por bastões divisórios. Na parte posterior há uma chapa perfurada que separa um compartimento de mais ou menos 20 cm de largura onde ficam os tubos de vapor e por onde se adicionam os corantes e produtos químicos. Na parte frontal e superior está o molinete que fraciona as cordas e que pode ser elíptico ou redondo conforme o artigo a ser tingido.

O sistema é de banho parado, substrato em movimento. Alguns dos inconvenientes da barca são:



- 1 - Elevada relação de banho (da ordem de 1/30) que conduz a um elevado consumo de água, energia e produtos químicos;
- 2 - Certos materiais mais sensíveis não podem ser tratados na barca, devido à forte ação mecânica.



*Figura 13: Barcas de molinete.*

### **Jigger**

Denomina-se Jigger (Figura 14) a máquina para efetuar tratamentos a úmido sobre tecidos abertos, quando opera-se por partidas. O sistema usado é do esgotamento com banho estático e material têxtil em movimento. A máquina consiste de dois cilindros paralelos, tendo abaixo deles um chassi por onde o tecido passa durante o tingimento. As peças são costuradas umas nas outras e enroladas abertas em um dos cilindros. Quando se aciona a máquina, o tecido passa por dentro do banho, auxiliado por roletes no fundo do chassi e é enrolado no outro cilindro, quando, então, volta a circular em sentido contrário. A relação de banho é muito baixa: aproximadamente 1:3.

No tingimento com esta máquina é necessário ter-se em conta o esgotamento que iria provocar uma maior intensidade de cor nos primeiros metros do tecido a passar no banho. Para evitar esse fenômeno deve-se proceder a uma adição gradual de corante no banho. Atualmente, existem jiggers que podem ser incluídos em autoclaves para operar a alta temperatura.

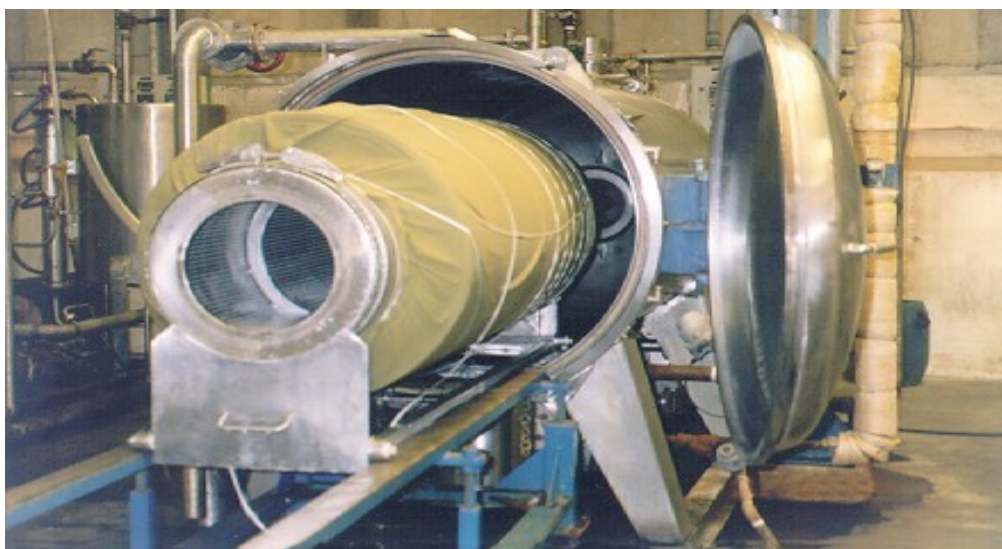


*Figura 14: Exemplo de Jigger.*

### **Turbo**

Trata-se de uma máquina para tingimento de peças em HT (Figura 15). O tecido é enrolado em tubo perfurado o qual é colocado horizontalmente em um autoclave. O

banho circula e o tecido permanece parado. O sistema é idêntico ao descrito para bobinas cruzadas: trabalha-se com uma bomba principal e uma outra de pressão estática.



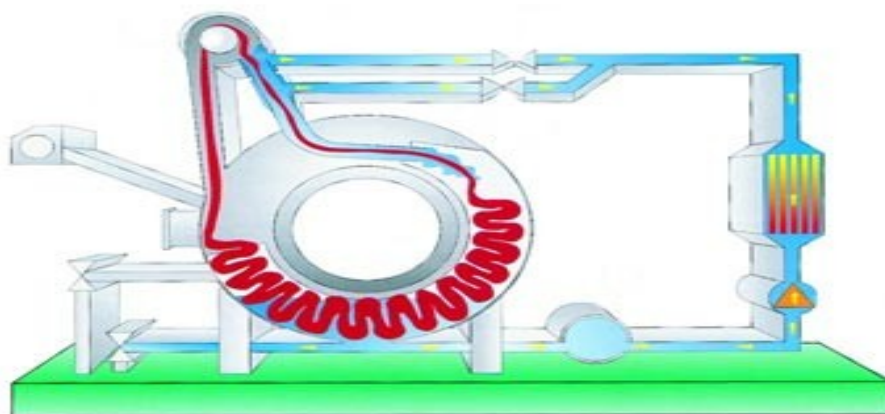
*Figura 15: Exemplo de turbo.*

### Jet

São empregados principalmente no tingimento de malhas circulares de fibras sintéticas, mais sujeitas a quebras e pregas. No tingimento em “jets” (Figura 16) o substrato é transportado com mínima tensão pelo próprio banho. Em alguns tipos há um molinete auxiliar. O banho ao passar por um bocal em alta velocidade provoca um vácuo que arrasta o tecido. O sistema obedece ao princípio de Bernoulli em que nestas condições há um efeito de aceleração do substrato, que circula mais rápido do que o próprio banho o que contribui para boa igualização do tingimento. Nestas máquinas o tecido pode atingir velocidades elevadas da ordem de 200 m/min, onde o mesmo encontra-se praticamente sempre submerso no banho.

Pela não existência de tração mecânica do material, devido a sua movimentação ser feita exclusivamente pela circulação do banho, são evitados esticamentos e quebras de tecidos delicados, bem como alterações do material em relevo. Por outro lado, a cada volta, a posição das dobras é modificada por meio de um rolo o que evita também a possibilidade de manchas.

O Jet foi inicialmente concebido para resolver os inconvenientes que se apresentam no tingimento de poliéster, nas barcas de alta temperatura e desde seu lançamento em 1967 por Gaston County, houve grandes modificações e evoluções em função das exigências requeridas pelas estruturas dos tecidos, redução de consumo de água e redução do tempo de processo.



*Figura 16: Exemplo de jets.*

### **Máquinas para processos contínuos e semi- contínuos**

#### **Foulard**

Todos os sistemas contínuos e semi-contínuos iniciam-se pela impregnação em um “foulard”. O “foulard” é constituído de uma caixa contendo 2 ou 3 rolos espremedores que são revestidos de borracha. O volume da caixa deve ser o menor possível, o que permite uma troca rápida do banho. A pressão dos rolos deve ser igual em toda a largura para assegurar um “pick-up” homogêneo. O tecido ao passar no chassi é saturado com a solução de corante para, em seguida, ser espremido. Durante a espremedura uma parte do banho é forçada no sentido contrário e retoma ao chassi, uma outra parte é forçada para dentro do tecido e uma reduzida porção é arrastada superficialmente pelo substrato. Nos processos contínuos ou semicontínuos, após a impregnação do tecido no “foulard”, o tingimento é fixado em operação posterior.

A característica destes sistemas é a não interrupção do processo. Logo após a impregnação, o material é submetido à fase de desenvolvimento, onde se dará as

reações necessárias para a obtenção do efeito desejado (fixação de um corante, alveijamento, etc.).

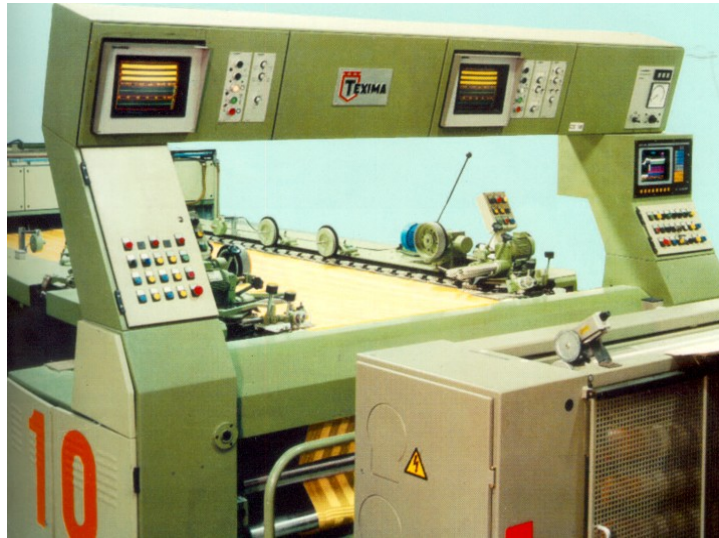
Existem várias possibilidades de processos semi-contínuos. Vejamos os mais comuns:

- Processo PAD-JIG: após a impregnação no foulard, o tecido é transferido para um jigger, onde vai se proceder o desenvolvimento, e tratamentos posteriores.
- Processo PAD-ROLL: outra possibilidade é o processo PAD-ROLL, em que após à impregnação, o tecido é enrolado num cilindro e colocado numa câmara a alta temperatura, onde se dá a fixação do corante, ou o alveijamento, etc. Os tratamentos posteriores são efetuados normalmente em máquina de lavar.
- Processo PAD-BATCH: uma variante do PAD-ROLL, porque a diferença está na fase da reação que se dá a frio. Em ambos os casos, o tecido deve ser mantido em rotação lenta, para evitar uma migração do banho sob ação da gravidade.

### **RAMA**

Para que o tecido em processo possa iniciar uma nova etapa do acabamento é necessário que o tecido seja seco e que haja um determinado controle da largura do tecido. A etapa de secagem e controle da largura do tecido são realizadas no equipamento conhecido como Rama (Figura 17). A Rama basicamente é constituída de um foulard, uma rama (dispositivo para controle da largura), e uma estufa para secagem do tecido. Além da secagem e controle da largura do tecido, a rama realiza as seguintes etapas:

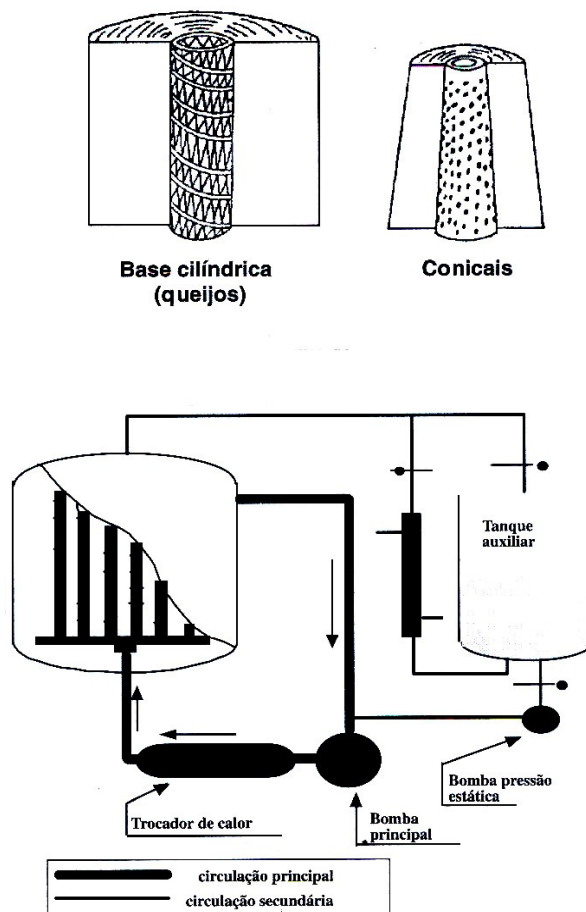
- 1 - Controle do enviesado do tecido (tecido torto);
- 2 - Impregnação do tecido com os produtos de acabamento (tratamentos especiais, tais como amaciamento do tecido) com a posterior secagem do tecido.



*Figura 17: Exemplo de Rama.*

### **Máquinas para Tingir Bobinas Cruzadas**

O fio é enrolado em uma base metálica conical ou cilíndrica. Os conicais ou os fios na base cilíndrica são colocados em um porta material contendo tubos perfurados fixados a uma plataforma inferior conectada ao tubo de alimentação do banho (Figura 18). O banho circula mediante uma bomba. Existem aparelhos para tingimentos à fervura e outros para HT à 130°C.



*Figura 18: Exemplos de máquinas utilizadas para tingir bobinas.*



## 6. Estamparia

### **6.1 Introdução**

No mundo moderno e dinâmico em que vivemos, a atividade mais importante talvez seja a comunicação. Mas o que é comunicação? Basicamente é a faculdade de se transferir idéias e pensamentos de uma pessoa para outra. Isso é muito importante porque sem comunicação não há ação. E sem ação não há evolução. Entretanto, especialmente para as massas, a comunicação não pode ser exercida sem a ajuda de veículos ou canais adequados. O rádio, a TV, os jornais e as revistas são canais de comunicação de massas. A voz é um veículo útil à comunicação entre duas ou mais pessoas. Um apontar de dedo ou um olhar expressivo em geral é usado para a comunicação de apenas uma pessoa para outra.

Placas, faixas e cartazes também são veículos de comunicação. A camiseta de algodão quando lisa, é apenas uma peça do vestuário. Quando impressa com por exemplo, a mensagem de um candidato a vereador transforma-se num canal de comunicação de massas. Mas não se pode imprimir a mensagem do candidato a vereador na camiseta ou nas placas, faixas e cartazes utilizando-se o mesmo processo de impressão dos jornais e revistas. A camiseta só pode ser impressa pelo processo intitulado "serigrafia". Embora a maioria das pessoas não saiba, a serigrafia está presente hoje em todos os lugares e em todas as atividades. A estampa colorida de uma toalha de banho ou de mesa; as legendas e instruções de uso que aparecem nos frascos



ou potes de vidro ou plástico; o verdadeiro festival de formas e cores dos brinquedos; os multi-decorados utensílios de cozinha; os painéis dos veículos auto-motores e milhares de objetos utilizados nos lares e escritórios, somente são possíveis porque a serigrafia assim o permite. Sem ela, a maioria destes objetos perderia o seu apelo visual e em alguns casos, até mesmo a sua função.

Serigrafia ou silk-screen é uma técnica gráfica, ou seja, um processo de impressão. A serigrafia é apenas um dos vários processos de impressão utilizados hoje em dia. A grande diferença é que além de ser o mais simples, é também o menos dispendioso, é o único apto a imprimir sobre objetos de qualquer formato e em qualquer tipo de superfície ou material.

As estamparias dão aos tecidos as mais variadas e coloridas padronagens e são inúmeras as que mantêm em suas linhas de produção os indispensáveis departamentos de silk-screen.

## ***6.2 Criação de estampas***

### ***6.2.1 Fontes de criatividade***

A criatividade é orientada no sentido da utilização de desenhos criados e no sentido da produção industrial. Não faz sentido se desenhar uma estampa sem que haja uma determinada finalidade. Entretanto, sob o ponto de vista de formação de desenhista, é necessário começar a despertar a criatividade, não diretamente em função da finalidade, mas com o objetivo de evitar a cópia de desenhos já existentes e de todos os desenhos conhecidos, propondo-se um trabalho de pesquisa e desenvolvimento da potencialidade de cada indivíduo. Para despertar a criatividade poderão ser utilizados vários métodos.

### ***6.2.2 Fontes para criação de desenhos***

As principais fontes para criação são: fontes individuais, fontes naturais, fontes culturais e fontes abstratas.

#### **Fontes individuais**

As fontes individuais residem na pesquisa de vertente interiorista e psicológica das preferências colorísticas e formais do indivíduo, procurando evidenciá-las através de métodos projetivos em que o acaso representa um fator operacional decisivo. A produção casual de manchas, o uso instintivo de cores, o automatismo no desenho, poderão ser vias a explorar. Uma posterior crítica dessas manchas, combinações de cores e desenhos é indispensável, procurando encontrar motivos formalizáveis, que se adaptarão à construção de padrões para estampa.

#### Fontes naturais

As fontes naturais consistem no aproveitamento de elementos da natureza ou de elementos urbanos e humanos, que serão sujeitos a um tratamento de formalização e combinação apropriados. Além de folhas, flores, casas, pessoas que serão pontos de partida, há também uma pesquisa mais profunda e original de novas formas que podem ser feitas através de técnicas de descoberta, a partir, por exemplo, de cortes feitos em frutos, ou até da observação microscópica de elementos animais e vegetais.

#### Fontes culturais

As fontes culturais podem ser encontradas no estudo de obras de arte, tanto nas cores dominantes e mesmo no desenho. Um quadro poderá assim servir de base para o desenvolvimento de vários tecidos ou padrões. Também a pesquisa etnográfica das características de uma região podem servir de base, estudando-se então as cores e formas dominantes na arte popular, nomeadamente de tecelagem ou tapeçagem popular que por ventura existirem. O estudo de tecidos primitivos das diferentes civilizações é também outra fonte muito importante, assim como dos períodos das modas antigas ou até mais recentes.

#### Fontes abstratas

As fontes abstratas estão ligadas a qualquer um dos três tipos anteriormente referidos, tendo-se em conta que a geometria plana favorece uma gama enorme de possibilidades estruturais que se adaptam facilmente a desenhos geométricos simples, perfeitamente reproduzíveis por meios mecânicos limitados, como por exemplo a tecelagem.

### *6.2.3 Elementos a considerar na criação*

Ao desenhar para estamparia deve-se considerar os seguintes pontos: o modelo padrão, as cores e o rapport.

#### Modelo

Modelo ou padrão é a área mínima do desenho, que contém todos os elementos que o constituem, a ser repetido segundo as leis de repetição para que haja uma continuidade na estampa. Assim o modelo que termina à direita deve continuar à esquerda e o que termina em baixo deve continuar em cima. O modelo pode ter a largura total do tecido a estampar ou pode ter um submúltiplo dessa largura. No comprimento, o modelo não poderá exceder o comprimento dos quadros.

#### Cores

Cada cor do desenho corresponde a um quadro. Na estamparia, as cores misturam-se através de uma sobreposição segundo a lei substrativa da mistura de cores. Pode-se, então, apenas com as três cores primárias (vermelho, azul e amarelo), usando a técnica de tricomia, obter as cores desejadas.

É possível também fazer uma espécie de descoloração, isto é, usar um reagente químico para retirar uma dada área de uma cor já estampada. Esse reagente é considerado como se fosse outra cor à estampar e por isso exige um quadro próprio. A combinação de cores é fundamental, pois é o primeiro fator estético que nos atinge.

#### Rapport

Rapport é a dimensão máxima desenho (cm) medida na paralela à sua largura ( e à largura do suporte à estampar) que permite a repetição correta da imagem, evitando eventuais desacertos de cor.

Os desenhos que vão formar o rapport tem como limitações as dimensões e o número de cores. Os modelos devem ser apresentados em tamanho natural ou à escala de metade do tamanho natural e deve fornecer-se um conjunto de quatro modelos (em escala reduzida) para se verificar o efeito da repetição, quer no sentido da largura, quer no sentido do comprimento.

Uma seleção de cores deve acompanhar cada modelo, assim como estudos de combinações alternativas. Estes estudos são chamados de bandeira de cores.

#### *6.2.4 Processo de criação de estampas*

Para a criação de estampas, precisa-se de um projeto, ou seja, uma proposta de trabalho. Digamos que a proposta seja a criação de estampas para gravatas. A partir da proposta, começa-se a definir qual será o tecido a ser estampado. Esta definição é muito importante, pois a escolha do tecido vai influenciar na criação, pois dependendo da estrutura, textura e peso do tecido um determinado desenho pode ficar bom ou não.

Na sequência do processo, faz-se a pesquisa do mercado consumidor e das tendências de moda, principalmente para gravatas, no que diz respeito à modelagem, tipos de tecidos e estampas.

Pode-se também, nesta fase do processo, inverter a ordem, fazendo-se a pesquisa antes de definir o tecido. Para que haja uma unidade na coleção e mais elementos para a criação, é importante a definição de um tema. Este pode surgir a partir da pesquisa de tendências ou da sensibilidade do criador para com o contexto do período em que se encontra.

Digamos que o tema definido seja o cubismo. Movimento artístico do início do século XX tendo como principal representante Pablo Picasso, o precursor Matisse e também Braque. Pode-se explorar todo movimento, ou então a obra de um artista. Assim, temos aqui uma fonte cultural para a criação. Após a conclusão das fases anteriores, tem-se subsídios para começar a criação de estampas.

Se o objetivo for criar vinte estampas, o ideal é que se crie no mínimo o dobro desse número, pois assim será possível selecionar as melhores. A seleção não deve ser feita apenas pelo criador. É importante que colegas de trabalho, vendedores e inclusive consumidores em potencial, opinem sobre os trabalhos criados.

Levando em consideração as sugestões dos participantes na avaliação dos trabalhos criados, o criador define as vinte melhores estampas para que sejam desenvolvidos os protótipos, bem como as bandeiras de cores, geralmente de três a quatro, que também são produzidas em número dobrado ao que se pretende usar na coleção. A etapa seguinte é a montagem dos protótipos das gravatas para posterior análise e, se necessário for, para ajustes. Depois da aprovação do protótipo, é desenvolvido o mostruário da coleção, que é repetido para que os representantes possam vender ao comércio varejista.

### **6.3 Preparação de matrizes serigráficas**

Na serigrafia as imagens a serem impressas são gravadas numa tela tecida com fios de poliéster ou náilon, esticada e presa a um quadro. Na tela é gravada a imagem ou imagens a serem impressas. O conjunto composto pelo quadro (também chamado de "bastidor") e o tecido com a gravação da imagem é chamado de "matriz".

São vários os processos usados na gravação da matriz, mas todos eles buscam um só objetivo: deixar livres para passagem do pigmento ou corante os espaços correspondentes à figura que deverá ser impressa e vedar (para impedir a passagem do pigmento) à área restante. Os fios da tela que podem ser de seda, náilon ou poliéster são suficientemente finos para não impedir a passagem do pigmento através da sua trama. A matriz serigráfica é uma tela esticada num quadro, na qual se veda tudo o que não se vai imprimir. Apoiando-se esta tela sobre a superfície a ser impressa, forçando-se a passagem da tinta com uma espátula (rodo impressor) através das partes abertas, tem-se a reprodução do desenho.

#### **A tela**

A seda é fabricada com uma variação de 29 a 77 fios por centímetro, tem boa estabilidade, oferece bom registo de impressões e resiste bem a todas as espécies de solventes usados. Mas apresenta os seguintes inconvenientes: fragilidade e rápido desgaste; pouca resistência aos álcalis (soda cáustica e água sanitária), aos ácidos e à água quente acima de 60°C.

O náilon é, atualmente, o tecido mais usado pelos serígrafos em geral, pois é 20 a 30 vezes mais resistente que a seda, tendo grande resistência à ruptura e à abrasão, o que permite que seja fabricado com uma variação de 19 a 200 fios por centímetro. É totalmente inatacável pelos diversos solventes usados na estamparia.

O poliéster é um pouco menos resistente que o náilon aos agentes químicos e ao desgaste. No entanto, possibilita um registo perfeito de impressões. O poliéster é fabricado com classificação de 15 a 165 fios por centímetro.

Existem também as **telas metálicas**, de bronze fosforoso ou aço inoxidável, que oferecem resistência extraordinária, estabilidade dimensional ótima, resistência ao calor e aos álcalis e finura excepcional. No entanto, são caras, de difícil tensão manual e vulneráveis aos choques. A sua classificação vai de 29 a 129 fios por centímetro. As telas metálicas são amplamente utilizadas na serigrafia industrial de grandes tiragens, e principalmente na impressão de circuitos impressos, onde se exige precisão absoluta.

Cabe aqui uma observação importante: quanto menor o numero de fios por centímetro, mais aberta é a trama da tela, maior é a passagem de tinta e, conseqüentemente, maior imprecisão da imagem impressa; **maior o número, menos passagem de tinta e maior precisão da impressão.**

### **Quadro ou rolo (cilindro)**

O quadro ou cilindro é a armação (suporte) ou base da matriz serigráfica. Pode ser de madeira ou de metal. As dimensões são determinadas pelo tamanho do desenho que se vai imprimir. Um desenho de 30 x 40cm, por exemplo, exige um quadro com dimensões internas mínimas de 50 x 60cm. Isso quer dizer que se deve acrescentar 10cm de cada lado entre os limites máximos do desenho e as bordas internas do quadro.

### **Preparação da matriz**

Processo fotoquímico é baseado na propriedade das resinas - emulsão sensível à luz.

O sistema fotográfico direto é o método mais usado não só no Brasil como também em todo o mundo. É denominado "direto" porque nesse caso a emulsão foto-sensível é aplicada diretamente sobre o tecido da matriz.

O primeiro passo para a confecção da matriz serigráfica pelo processo fotoquímico é a preparação do diapositivo. O diapositivo fotomecânico é uma fotografia em cópia positiva transparente do original. Na serigráfica é também chamado de fotolito. No entanto, pode-se fazer um diapositivo manualmente usando-se uma chapa transparente ou translúcida - papel vegetal, acetato, vidro etc. **Desenha-se o que se pretende nesta chapa com material opaco e preferivelmente com cores escuras - guache, nanquim etc.** A razão pela qual as figuras do desenho aparecem em preto opaco é que na gravação da matriz as áreas em preto devem impedir a passagem da luz.

Como primeira operação temos que lavar a tela, ou seja, livrá-la de todas as impurezas.

Para a gravação da tela, precisaremos de uma emulsão (gelatina sintética) e um sensibilizador (bicromato de amônio). Ambos podem ser encontrados nas boas casas de

material serigráfico, onde o revendedor está apto a dar instruções sobre o tipo de emulsão a ser usada.

A emulsão foto-sensível é um produto químico viscoso que quando exposto à luz intensa, solidifica-se, transformando-se numa película dura e impermeável. Este fenômeno garantiu à serigrafia a produção de impressos com altíssima qualidade.

Existem basicamente dois tipos de emulsão: uma para impressos com tintas à base de água e outra para tintas à base de solventes. Ambas estão à venda em dois componentes que devem ser misturados somente uma ou duas horas antes da sua aplicação no tecido da matriz. Esses componentes são a emulsão propriamente dita e o sensibilizante. A proporção correta da mistura é 10% de sensibilizante para 90% de emulsão.

Usando-se um espalhador sempre mais largo que o desenho a gravar, espalha-se esta emulsão na tela em posição quase vertical: uma camada bem homogênea. O número de camadas é relativo, principalmente ao desenho que se pretende reproduzir. Para os de trabalhos finos, no caso lay-outs, recomenda-se no máximo duas camadas, uma de cada lado da tela. Para os desenhos com trabalhos grossos e grandes áreas, pode-se dar até mesmo cinco camadas. **Em todos os casos estas são dadas sucessivamente, sem secagens intermediárias.**

Após o emulsãoamento, deixe a tela secar num posição horizontal, com ar quente circulante ou com um secador de cabelo.

Observe que todas estas operações são feitas em laboratório abrigado à luz do dia, porém iluminado por luz amarela. Qualquer lâmpada doméstica (40 ou 60 W) de luz amarela não afeta em nada a emulsão, mesmo depois de seca. **A secagem da tela é muito importante.**

### **Gravação da matriz serigráfica**

Precisaremos agora de uma **fonte luminosa rica em raios ultravioleta, fundamental para a gravação**, pois a luz artificial é a única capaz do endurecimento da emulsão. **Podem ser usadas lâmpada fluorescente ou de mercúrio**, montadas numa mesa.

De posse da mesa de luz, passamos então à gravação da tela. O princípio básico é este: o diapositivo deve estar em contato (direto) com a tela, face contra face, isto é, o lado da imagem, com leitura correta contra a face exterior da tela para melhor absorção

da luz. Para garantir um contato direto entre o diapositivo e a tela recomenda-se que seja colocada, sobre todo o conjunto, uma placa de vidro previamente livre de impurezas. **Diversas indústrias** produzem estas mesas com estrutura de madeira ou metal, em vários tamanhos, com lâmpadas de vários tipos, com tampo de vidro e até com sistemas de vácuo que servem para manter juntos a matriz e o diapositivo.

Quanto ao tempo de exposição à luz sabe-se que é relativa ao tipo de desenho, dimensões deste, número de camadas de emulsão aplicadas na tela, distância entre o foco de luz e a tela, potência e tipo da luz. Contudo, com a distância da luz a ser determinada pela diagonal do desenho, pode-se dizer que uma exposição de 5 a 10 minutos fornece um resultado satisfatório.

Como auxílio, daremos aqui o tempo empregado usualmente de acordo com o tipo de lâmpada para matrizes de tamanho médio (mais ou menos 60X80cm).

Lâmpadas Foto-Flood de 500 watts:	3 a 8 minutos;
Lâmpadas fluorescentes de 40 watts:	3 a 8 minutos;
Lâmpada Halogênio:	30 segundos a dois minutos;
Lâmpada Xenon:	1 a 3 minutos;
Arco Voltaico:	4 a 6 minutos.

### **Revelação**

Gravado o desenho, passa-se à **lavagem reveladora**. O que aconteceu com a tela foi o seguinte: a luz endureceu toda a superfície exposta. O que estava oculto pelo desenho opaco é facilmente lavado - pois não endureceu - deixando aberta a trama do tecido. Esse jato varia. Deve ser suave no caso de traços finos ou desenhos detalhados e mais forte ou mesmo fortíssimo em caso de desenhos mais grosseiros e de grandes áreas. Depois de feita a exposição à luz, revela-se a matriz colocando-se esta num tanque ou banheira na posição vertical. Utilizando-se uma mangueira, bombardeia-se o tecido com jatos fortes de água. Aos poucos a parte não endurecida da emulsão será expulsa do tecido pelos jatos d'água. Quando a figura correspondente ao motivo aparecer bem clara, põe-se a matriz para secar na posição horizontal. Assim a matriz está pronta para se fazer a impressão no substrato desejado.



## **6.4 Processo de estamparia**

O início do processo de estamparia é feito misturando-se a pasta de estampar, ou pasta base com pigmento ou corante e com produtos auxiliares como ligantes, fixadores, espessantes e amaciantes com funções específicas. Preparada a pasta de estampar, esta é espalhada sobre o substrato passando pela tela perfurada do quadro ou cilindro, deixando o motivo. Deve-se exercer uma certa **pressão** e este processo pode ser repetido de 2 a 5 vezes conforme a necessidade (motivos pequenos 1, 2 vezes em motivos maiores até 5 vezes). Após a impressão dos motivos sobre os tecidos, empregam-se processos térmicos (termofixação ou vaporização) para a fixação das estampas. Obs.: A estampa pode ser localizada (peça já confeccionada) ou em toda a extensão do tecido.

### **Processos de Fixação**

O substrato, após ser estampado e seco, tem necessidade de ser fixado para que se complete a ligação corante/fibra ou a termofixação do ligante, no caso específico dos pigmentos. O processo de fixação pode se dar por calor seco e por vaporização.

### **Fixação por calor seco**

Também chamado de termofixação. Esse processo ocorre na ausência de umidade, que é de suma importância, principalmente para os corantes. Durante esta fase do processo de estampagem, a ausência de água é suprida pela presença da uréia que auxilia o corante a sair do espessante e difundir-se para o interior das fibras. A uréia com um ponto de fusão de 132,7 °C, forma com corante e os outros produtos auxiliares de ponto de fusão mais baixos uma mistura “eutética”\*, na qual os processos de difusão podem se desenvolver como num meio aquoso. Além disso, a uréia auxilia na dissolução do corante e também proporciona a intumescência da fibra, necessária para o processo de fixação.

Observações:

---

\* Misturas eutética: mistura ou solução feita em tal proporção que todos os componentes se solidifiquem ou se fundam numa mesma temperatura. Esta também é a menor temperatura de solidificação para todas as misturas das mesmas substâncias.

1. Para fibras sintéticas, deve-se observar que a temperatura esteja pelo menos 20 °C mais baixa que a temperatura de fixação anterior do material;
2. No caso específico das estampas com pigmentos, a termofixação forma um filme sobre o substrato, ligando o pigmento ao mesmo.

### **Fixação por vaporização**

O vapor é um ideal transportador e transmissor de energia. Além disso, fornece a umidade necessária para o desencadeamento dos processos químicos e físico-químicos. Para cada temperatura, pode ser obtido e utilizado: vapor- saturado, sobre-saturado e sobre-aquecido.

- Vapor-saturado acontece quando a água e o vapor estão equilibrados. Para cada temperatura no vapor saturado temos uma pressão correspondente e vice-versa.
- Vapor sobre-saturado (vapor molhado): com o declínio da temperatura e mantendo-se a pressão, o equilíbrio do sistema se desloca a favor da água e forma esse tipo de vapor.
- Vapor sobre-aquecido é conseguido por aumento da temperatura (aquecimento adicional), ou declínio da pressão (expansão de vapor sob pressão para pressão atmosférica, por exemplo, num vaporizador aberto).

Como já dissemos anteriormente, a umidade tem uma importância muito grande no processo de fixação. Destacamos a seguir algumas delas:

- função de um solvente para a redissolução do corante ressecado.
- Em outros casos, a umidade serve para melhorar a transferência do calor e penetração através do material, o que é melhor que a utilização de ar quente seco.
- Efeito de intumescência do vapor, o que é decisivo para facilitar a difusão do corante no substrato. Além disso o vapor exerce um efeito de amaciar o filme do espessante ressecado, sendo que só então os produtos químicos e os corantes podem reagir entre si, partindo do espessante para o interior da fibra.

A seguir são apresentados alguns **tipos de pastas** utilizadas na estampagem:

- Clear – emulsão incolor. Quando estampada sem pigmentos, a mesma fica transparente;
- Mix – possui na sua formulação dióxido de titânio (diminui o brilho de fibras sintéticas). É usada como pasta de cobertura. É bem mais viscosa e consistente;
- Perolizada – pasta de cobertura com efeito perolado;
- Puff – pasta de cobertura de alto relevo;
- Plastisol incolor – pasta a base de PVC. É usada sobre Clear ou Mix, dando efeito de estampa plastificada.

**Pigmentos** – são principalmente compostos orgânicos coloridos e insolúveis em água; não têm substantividade nem grupos reativos para se ligar às fibras e, dessa forma, só se depositam na superfície das mesmas. Por isso é essencial o uso de **ligantes** (resinas) para fixar os pigmentos na superfície dos materiais têxteis.

As estampagens com pigmento **apresentam excelente solidez à luz**, porém a **solidez à lavagem** a úmido e a seco, **à fricção** a seco e a úmido, vai **depende exclusivamente das características químicas do ligante e não do pigmento**.

**Solidez se entende como resistência dos materiais têxteis aos diversos agentes aos quais esses materiais podem ficar expostos durante o uso subsequente.**

**Corantes** – para fins especiais ou trabalhos de maior qualidade. Neste caso, é preciso selecionar cuidadosamente os corantes para evitar sua migração para áreas circunvizinhas. Para fibras celulósicas e suas misturas. É mais complicado e mais caro que o processo com pigmentos, apresenta ótima solidez e brilho e toque excelente.

**Ligantes** – resina sintética de estrutura tridimensional que forma uma película que vai fixar o pigmento no tecido. É o ligante e não o pigmento que deve ser sólido à lavagem, ou seja, ele deve ser elástico e aderir ao substrato.

**Fixadores** – são utilizados para dar elasticidade e boa adesão da película ao substrato. As reações só devem ocorrer na fase de fixação da resina e não no estágio de pasta de estampas. Recomenda-se ar quente à temperatura superior a 120°C e não vapor super aquecido.

**Espessantes** - são essenciais para evitar que os corantes migrem para as partes não estampadas ou estampadas em outra cor. Elevam a viscosidade das pastas evitando este fenômeno de migração.

### **Conceito de viscosidade e fluidez elástica**

Com o termo fluidez elástica, procura-se descrever o comportamento reológico ou as propriedades de fluidez de uma substância. Isso ainda é feito por instinto na maioria das estamparias, onde o estampador deixa escorrer a pasta misturada pela hélice do agitador e observa o comprimento do fio da pasta antes deste romper-se. Esse teste muito empírico está contraposto a um método mais preciso que permite uma medição exata dessa fluidez elástica, que em parte também é uma função da própria viscosidade. Definimos a “fluidez elástica” de um espessante como sendo a propriedade de formar um fio mais longo ou mais curto quando escorrer. Esta é representada em milímetro ou em centímetro. Porém, não existe uma definição exata e científica e nos baseamos em valores comparativos sob as mesmas condições.

A fluidez elástica também depende da velocidade de esticamento e é comparável com a distensão de ruptura de substâncias sólidas. Existe uma dependência com a presença ou falta de um limite de fluidez. Portanto, resultados exatos sobre o comportamento reológico são obtidos por meio de medições de viscosidade sob diversas velocidades de cisalhamento.

Viscosidade é a propriedade de uma substância fluir deformar irreversivelmente sob a ação de uma tensão. Portanto, a viscosidade é o quociente da divisão da tensão tangencial “tensão de cisalhamento” ( $t$ ) pelo gradiente de velocidade “velocidade de cisalhamento” ( $D$ ). Portanto, a pasta de estampagem deve ser formulada com cuidado, não só para lhe dar as propriedades de fluidez durante sua aplicação, mas deve-se evitar que ela penetre facilmente no tecido. A quase totalidade da pasta deve permanecer na superfície do tecido desde o momento da sua aplicação até sua secagem.

### **6.5 Classificação da estamparia segundo o método de aplicação**

**Estampagem à Quadros:** o tecido a ser estampado é colado sobre uma mesa comprida (Figura 19). Sobre um quadro revestido com uma tela muito fina é gravado

pelo processo de fotogravura o desenho desejado. O quadro se desloca manual ou mecanicamente, ao longo da mesa. Cada quadro estampa uma cor apenas, e assim a operação deve se repetir conforme a quantidade de cores do estampado.



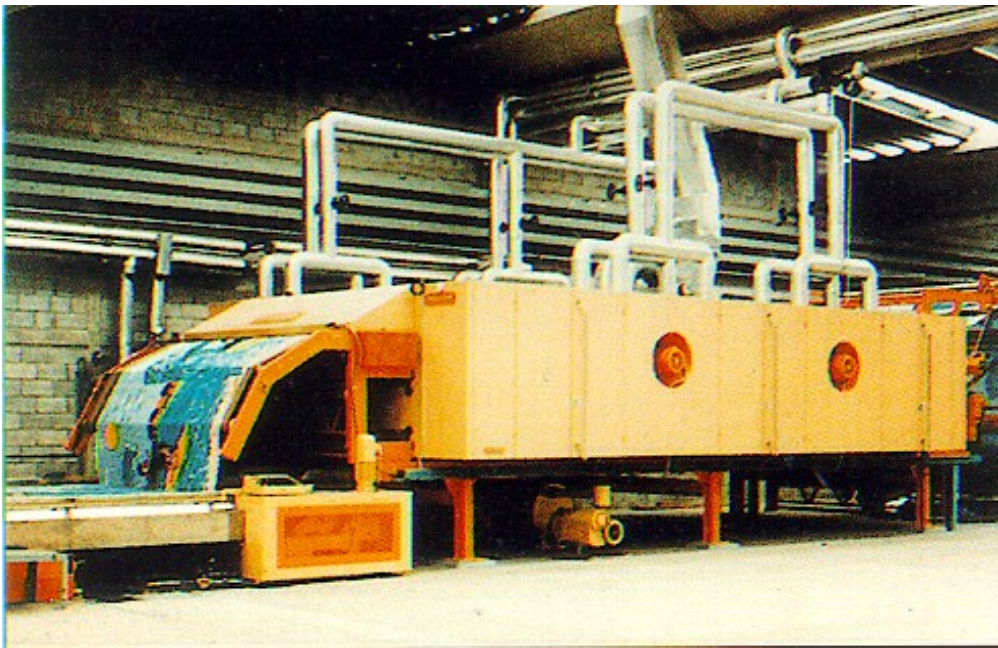
*Figura 19: Estruturas para fixação de quadros.*

A estampagem a quadro é caracterizada por ser uma atividade intermitente.

1. O tecido é deslocado através de um tapete para baixo do quadro (onde existe a imagem que será transferida);
2. O tecido é posicionado e parado sob o quadro;
3. O quadro realiza um movimento de descida até o tecido;
4. Uma pasta colorida é colocada no tinteiro do quadro (extremidade lateral do quadro destinado a colocação da pasta colorida);
5. Uma vara metálica (vareta) é então movimentada através da extensão da tela do quadro, ocorrendo desta maneira a transferência da pasta para o tecido, nos pontos da tela que estão abertos;
6. Secagem do tecido na estufa.

**Estampagem com Cilindros de Tela:** possui o mesmo princípio da estampagem de quadros, porém a tela é cilíndrica e a pasta de estampar é colocada dentro do cilindro. A estampagem com cilindros é caracterizada por ser uma atividade contínua.

1. O tecido é deslocado continuamente através de um tapete em baixo do cilindro;
2. O cilindro permanece em movimentação contínua girando no mesmo sentido da movimentação do tecido;
3. Um dosador fica acionado para controlar a quantidade de pasta dentro do cilindro;
4. Uma vareta (que se encontra dentro do cilindro) é acionada magneticamente, transferindo desta forma a pasta, através dos pontos da tela que estão abertos, para o tecido;
5. Secagem do tecido na estufa (Figura 20).



*Figura 20: Estufa para a secagem dos quadros de estamparia.*

## **Métodos de Estampagem**

**Estamparia Direta:** consiste em estampar motivos coloridos sobre um fundo branco.

**Estampagem por Cobertura:** consiste em estampar grandes áreas de um substrato, de modo a pouco ou nada se ver do fundo original.

**Estampagem por Corrosão:** consiste em estampar sobre um artigo tinto uma pasta que vai destruir (corroer) o corante nos locais estampados. É uma técnica aconselhada para motivos pequenos sobre grandes fundos, dando uma melhor qualidade que o obtido por estamparia direta.

**Estampagem por termo-transferência:** Este processo consiste em estampar um motivo sobre um suporte intermediário, em geral papel, e transferi-lo para o tecido sob a ação do calor, baseia-se no princípio da **sublimação dos corantes dispersos**. Atualmente aplicam-se somente a substratos de poliéster e de poliamida.

**Estamparia por Reserva:** consiste em aplicar sobre um tecido branco uma pasta que irá impedir que o tingimento posterior se desenvolva nos locais estampados, o efeito obtido se assemelha ao mesmo efeito da estamparia por corrosão. Consiste em estampar previamente o tecido com um agente redutor que impede a fixação do corante durante o tingimento posterior.

**Estamparia Devorê:** a estamparia devoradora é uma técnica aplicável sobre tudo às misturas de poliéster-algodão, consiste em estampar produtos químicos sobre uma mistura de fibras, em que uma das fibras é conservada e a outra é destruída nas áreas do desenho estampado. O resultado dá a aparência de um bordado. Ex. ácido sulfúrico, que devora o algodão não atacando o poliéster.

Dessa etapa produtiva, originam-se basicamente efluentes líquidos provenientes da lavagem de máquinas de estampar em contínuo, quadros e cilindros, e também restos de pastas de estampagem. Esses resíduos devem ser preferencialmente reutilizados, ou então, enviados à estação de tratamento.

## **6.6 Controle de qualidade de estampados**

No processo têxtil, sempre temos que dar a devida atenção à qualidade do produto final, ou seja, ter a certeza de que o produto final esteja dentro dos padrões de qualidade pré-estabelecidos. Quem estabelece estes padrões é a própria empresa (que pode determinar quais as características do seu produto), ou o cliente que irá comprar a mercadoria (é bem comum que o cliente faça exigências quanto às características do produto).

Podemos afirmar que a qualidade final do produto resulta da soma dos controles de todas as etapas intermediárias pelas quais o produto passou. Portanto, torna-se possível concluir que não basta somente controlar a matéria-prima empregada, mas também cada operação, para que possamos conhecer as variáveis que podem intervir no processo, e também na qualidade final do produto.

É o “Plano de amostragem” que determina a quantidade de peças a serem inspecionadas em cada etapa (o funcionário que está trabalhando recolhe amostras e envia ao laboratório para a realização de ensaios de qualidade), ou o tamanho da amostra.

As especificações de qualidade são previamente definidas para aceitação ou rejeição de um produto, e são estabelecidas antes da fabricação.

O controle de processos é realizado sensorialmente (principalmente, visão e tato) e com o auxílio de instrumentos, como por exemplo, termômetros, velocímetros, dosadores, etc. Tais instrumentos podem ser os já existentes em cada equipamento ou acoplando-se a estes, sistemas de controle de tempo, temperatura, concentração de banhos, pH, etc., fornecem gráficos e realizam controle automático, mediante programação prévia.

### **Pontos a controlar no processo de estamparia:**

1. fluidez da pasta;
2. rapport;
3. pressão exercida sobre o tecido (cilindros ou quadros);
4. limpeza dos cilindros ou quadros;
5. velocidade;
6. temperatura (secagem, vaporização, polimerização, etc.).



Quando se trata da qualidade de um estampado é necessário que se avalie a nitidez e finura dos desenhos e contornos, penetração, uniformidade, solidez da cor e o toque do tecido.

Chamamos de controle analítico àqueles que para sua realização devemos utilizar algum tipo de instrumento. Estes controles são feitos segundo normas prescritas por órgãos oficiais.

#### **Alguns órgãos responsáveis pelo estabelecimento de normas técnicas:**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ISO – International Organization for Standardization

AATCC – American Association of Textile Chemistry and Colorists

ASTM – American Society for Testing Materials

AFNOR – Association Française de Normalization

DIN – Deutsche Industries Norm

BSI – British Standard Institute

Cada empresa normalmente adota as normas que melhor se adaptam a sua realidade ou conforme exigência do cliente. A seguir relacionamos alguns testes de controle, indicando a sua finalidade,

Por **solidez da cor** se entende a resistência da cor dos materiais têxteis aos diversos agentes aos quais esses materiais podem ficar expostos durante a fabricação ou durante o uso subsequente. A solidez de cor pode ser avaliada pela alteração da cor da amostra ou pela capacidade de transferir cor a um tecido-testemunha que não possui corante.

Testes de solidez da cor: Avalia a resistência da cor (alteração e/ou transferência) quando submetida ação de: Luz solar ou equivalente (alteração), Aparelho: Fadeometer, Xenotest, Suntest, Lavagem (alteração e transferência), Aparelho: Launderometer, Linitest, Washtester

Como já foi dito anteriormente, o controle de qualidade não deve ser realizado apenas no produto acabado, é essencial que os materiais químicos auxiliares usados no processo de estamparia também sejam avaliados quanto a suas características, evitando assim, o uso de produtos fora de especificação, uma vez que existe uma grande

variedade de produtos e fornecedores. A Tabela 2 mostra os principais testes realizados para avaliar a qualidade dos auxiliares químicos utilizados na estamparia.

**Tabela 2** - Testes realizados para avaliar a qualidade dos auxiliares químicos utilizados na estamparia.

Emulsionantes	Testes laboratoriais Concentração, pH, caráter iônico, densidade, cor, odor, solubilidade.
Espessantes	pH, caráter iônico, cor, odor, viscosidade.
Fixadores	pH, caráter iônico, melamina, odor
Ligantes	pH, formação de filme, amarelamento, toque, solidez

## 7. Bibliografia

ARAÚJO, M.; CASTRO, E. M. M. **Manual de engenharia têxtil**, Vol. 2, Ed. Fundação Calouste Guilbenkian, Lisboa, 1987.

ERDMANN, D. **Controle químico de qualidade**. Blumenau: SENAI –Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial / CTV - Centro de Tecnologia do Vestuário de Blumenau, p. 1-28, 2004.

JULIANO, L. N. **Preparação, caracterização e utilização de membranas poliméricas no reuso de água da indústria têxtil**. Tese de Doutorado, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.

MACEDO, J. C. e SILVA, E. P. **Inovações na estamparia com pigmentos**. Revista Química Têxtil, n. 69, p. 28-38, 2002.

MALUF, E. e KOLBE, W. **Dados técnicos para a indústria têxtil - Manual**. 2. ed. São Paulo: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo e ABIT –

Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção, p. 240-244, 2003. (Publicação IPT; 2829).

**SALEM, V. Tingimento de Fibras Celulósicas com Corantes Reativos, por Esgotamento a quente.** Apostila Vol. 1 e Vol. 2

**ANDRADE, F. Curso de beneficiamentos têxteis.** Blumenau: SENAI –Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, 2005.

**MORITA, A. M. Tratamentos têxteis.** Apostila. Departamento de Engenharia Têxtil, Universidade Estadual de Maringá, 2006.