

## *TECNOLOGIA TÊXTIL II*

### **1. Operações Físicas de Preparação**

#### **2.1) Navalhagem (tosquia)**

A navalhagem tem por finalidade a eliminação, por corte, das pontas de fibras salientes (fibrilas) que se mantêm eriçadas na superfície do substrato conferindo ao mesmo um aspecto desuniforme e um toque áspero além do que, as fibrilas posteriormente trarão problemas de solidez e irregularidade de estampados.

A navalhagem pode realizar-se no beneficiamento primário e/ou final de acordo com a seqüência de operações que o substrato deverá realizar visto que as operações a úmido fazem com que haja o reaparecimento das fibrilas.

As máquinas empregadas empregadas para realização da **Navalhagem** levam o nome de Navalhadeira ou Tosquiadeira; basicamente o princípio ativo da máquina concentra-se em uma espécie de navalhas helicoidais que abrangem toda a largura do tecido; estas navalhas estão dispostas em plano paralelo ao do deslocamento do tecido, posicionada de tal forma que permitem o corte de ambos os lados.

A distância entre os órgãos de corte é ajustável sendo necessário interromper o movimento das navalhas sempre que a emenda entre duas peças passar pelo conjunto (navalhas helicoidais e mesa de corte fixa) a fim de evitar danos. O resíduo deste corte é

captado por um sistema de aspiradores e recolhidos em compartimentos apropriados. Outro elemento importante na navalhadeira são as escovas posicionadas na entrada da máquina que orientam as fibrilas facilitando assim o corte.

## **2.2) Chamuscagem (gaseamento)**

A chamuscagem tem por finalidade a eliminação, por queima, das pontas de fibras salientes (fibrilas) que permanecem eriçadas na superfície do tecido, conferindo-lhe um aspecto desuniforme e um toque áspero. Haverá também problemas quanto a solidez e regularidade de estampados.

Da mesma maneira que a navalha, a **chamuscagem** também pode realizar-se no beneficiamento primário e/ou final pelas mesmas razões.

É importante determinar em que fase do beneficiamento será realizada a chamuscagem dos substratos compostos por fibras sintéticas pois estes substrato ao serem chamuscados fundem-se ligeiramente tomando a coloração mais escura, podendo também ocorrer falhas de chamuscagem que só serão percebidas através de faixas claras e escuras ao se tingir. Logo, nestes casos, nestes casos, a chamuscagem deve realizar-se após o tingimento. Fios fiados de fibrilas sintéticas não devem ser chamuscado, porém se realmente for necessário deve-se tomar cuidado com a velocidade e a potência empregada para queima.

Basicamente a chamuscagem pode realizar-se de duas maneiras:

☀ Por placas aquecidas

☀ Por chama

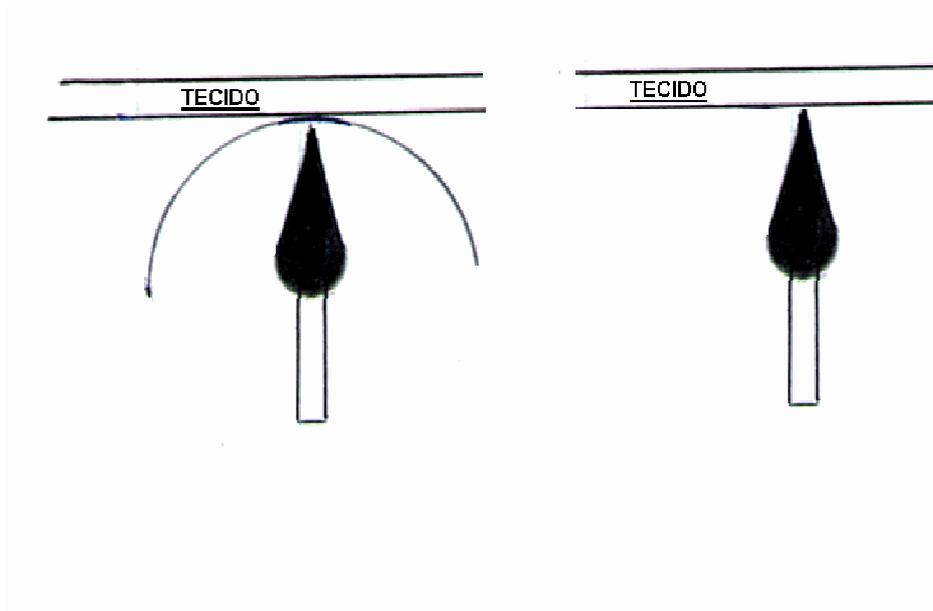
Na chamuscagem por placas aquecidas, a superfície do substrato entra em contato direto com uma placa aquecida; esta placa pode ser aquecida por meio de uma fornalha montada em seu extremo inferior ou através de corrente elétrica.

No caso de chamuscadeira por chama, a alimentação é feita por uma mistura de ar e gás, sendo a regulagem de ambos independente. Na chamuscadeira para tecidos, existe um queimador guarnecido de câmaras laterais onde a chama é mais intensa devido ao fato das ourelas do tecido serem mais pesadas. Nos dois casos, a chamuscadeira empregada para tecidos possui um conjunto de escovas que orientam o sentido das fibrilas para a queima; existem também um tambor aquecidos que diminui a umidade e aquece o tecido preparando-o para a queima posterior.

Ainda se tratando de chamuscadeira para tecidos algumas possuem vaporizadores que extinguem possíveis fagulhas que ainda possam restar após a chamuscagem; outras possuem tanque empregados para a impregnação do substrato com banhos de degomagem.

Na chamuscagem por fios, a extinção das fagulhas é feita abafamento quando o fio é enrolado.

A chama empregada para a chamuscagem deve ser oxidante (possuir coloração azulada), sendo que o efeito ideal de chamuscagem é obtido quando se elimina a máxima quantidade de fibrilas sem que a chama toque em demasia a superfície do tecido pois isto provoca alteração de sua coloração (amarelecimento) ocorrendo o mesmo no caso de fios.



O efeito de chamuscagem pode ser variado manipulando-se a velocidade e/ou potência empregada na queima.

**Chamuscadeira que usa placa chamuscadeira que usa**

**placa aquecida chama**

### **2.3) Pré fixação (fixação das dimensões do substrato)**

Como é sabido o substrato possui força latente, força esta adquirida durante seus processamento. Esta força é liberada nas operações úmidas do beneficiamento manifestando-se na forma de encolhimento ou alongamento (modificações das dimensões).

Este encolhimento torna-se mais acentuado se os banhos forem aquecidos e para evitar estas distorções deve-se fixar o substrato previamente em temperaturas superiores às das operações que posteriormente serão realizadas.

Observa-se que os substratos compostos de fibras sintéticas são os que mais sofrem problemas de estabilidade dimensional.

Existem quatro métodos para a pré fixação dos substratos têxteis, são eles:

#### **1. Operações Bioquímicas de Beneficiamento primário**

### **3.1) Desengomagem**

Desengomagem é o nome dado à operação que visa eliminar engomantes adicionados ao substrato (fio) durante o tecimento, isto pois, estes engomantes são empregados para aumentar a rigidez e resistência dos fios de urdume durante o tecimento. Esta eliminação é de vital importância pois os engomantes influem no bom andamento dos beneficiamentos posteriores pois formam uma película sobre o fio impedindo a penetração do banho por sua vez dos insumos.

Existem vários tipos de engomantes e estes se dividem em três grandes grupos a saber:

#### Engomantes naturais:

De origem animal: Colas, gelatina, caseínas, sebo animal e ceras

De origem vegetal: Óleos hidrogenados ou sulfonados, ceras, óleo de coco, amido (de mandioca, batata, arroz, milho e trigo).

### Engomantes artificiais:

Dextrina e Carboximetilcelulose (CMC)

### Engomantes sintéticos:

Parafinas, estearinas, poliacrilatos, e álcool polivinílico (PVOH)

Esta variedade de engomantes é necessária para atender a todas as exigências que o substrato impõe dentre elas podem ser citadas:

- a. Grupo ao qual pertence;
- b. Poder engomante
- c. Tipo de mecanismo que produzirá o tecido;
- d. Forma de apresentação do substrato empregado para o tecimento. (fio fiado ou filamento).

Como foi visto de acordo com o grupo químico do substrato, emprega-se um tipo de engomante. Isto pode ser observado a seguir:

✿ Algodão: utiliza como engomantes os amidos, dextrinas, CMC, PVOH e poliacrilatos

✿ Viscose: utiliza- como engomantes o CMC e o PVOH

✿ Lã: utiliza como engomante o CMC e o PVOH

✿ Filamentos: empregam o PVOH e os poliacrilatos

✿ Misturas entre fibras sintéticas e naturais, fios fiados sintéticos: CMC, PVOH, Dextrina e poliacrilatos.

É bom observar que os diferentes tipos de engomantes agem de maneira diferentes requerendo desengomagens distintas para sua eliminação do substrato. Os principais métodos de desengomagem são:

- a. Desengomagem enzimática: desengomagem com amilase pancreática, desengomagem com amilase de malte e desengomagem com amilase bacteriana.
- b. Desengomagem por auto fermentação ou desengomagem por imersão;
- c. Desengomagem por dissolução alcalina;
- d. Desengomagem por hidrólise ácida;
- e. Desengomagem por oxidação: Desengomagem por persulfato de amônio. Desengomagem com bromito de sódio e desengomagem com peróxido de hidrogênio

Observação: A desengomagem por dissolução alcalina, por hidrólise ácida e por oxidação enquadram-se nas operações químicas de beneficiamento primário, porém devido ao tipo de benefício produzido serão estudadas conjuntamente com operações bioquímicas.

Para eliminação total dos engomantes seja perfeita, necessita-se de um agente degomante ideal e que deve possuir alguns e se possível todos os seguintes quesitos:

- a. Não deve provocar nenhum efeito negativo no substrato;
- b. Deve possuir aplicação comprovada e segura;
- c. Deve possuir boa estabilidade a temperatura;
- d. Deve possuir ação rápida;
- e. Deve possuir alta atividade. Em linhas gerais é a quantidade de engomantes eliminada em um certo período de tempo. Logo, se o engomante possuir alta atividade ele proporcionará uma economia pois solubilizará uma quantidade maior de engomante num espaço de tempo menor.

Não basta somente aplicar o desengomante sobre substrato pois isto não nos garante que o substrato foi completamente desengomado; faz-se necessário verificar o rendimento de desengomante através de ensaios laboratoriais.

As gomas (engomantes) à base de amido compõem-se de amilose e amilopectina, sendo que a primeira é a principal causadora de problemas para o beneficiamento posteriores.

Para verificação do grau de desengomagem existe um ensaio realizado com uma solução de iodo e iodeto de potássio que indica o seguinte:

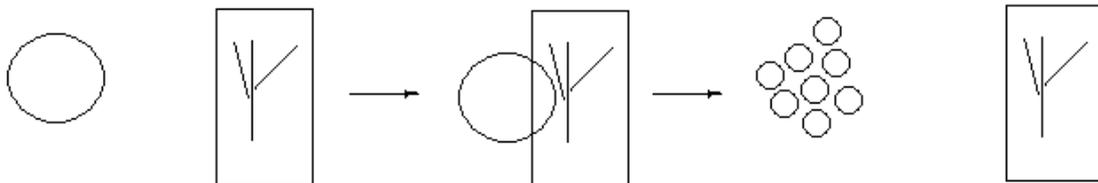
- a. Se ao gotejar a solução sobre o substrato esta mantiver a coloração amarelada indicará que não há presença nem de amilose nem de amilopectina;
- b. Se ao gotejar a solução sobre o substrato e esta tiver sua coloração alterada para violeta, indicará a existência de amilopectina;
- c. Se ao gotejar a solução sobre o substrato e esta tiver sua coloração alterada para azul indicará a existência de amilose. Daí faz-se necessário realizar uma nova desengomagem com o mesmo agente desengomante ou com um outro qualquer;

Pode ocorrer também que a amilose tenha sido solubilizada (através de sua mudança, ou seja, de amido para dextrina) porém a lavagem não foi suficiente para retirá-la por completo da superfície do substrato, acarretando um falso resultado pois o reagente indicará a presença de amilopectina tornando-se violeta; par evitar este problema se faz necessário uma lavagem rigorosa da amostra antes de submetê--la ao ensaio.

### **3.2) Desengomagem enzimática**

O mecanismo geral deste método de desengomagem reside em diminuir o peso molecular dos carboidratos tornando-se tornando-os solúveis em água.

O insumo utilizado é uma enzima que se compõe por amilase que é a parte ativa a qual digere os amidos insolúveis transformando-os em açúcares solúveis, como por exemplo a dextrina.



Amido Enzima Digestão enzimática Dextrina Enzima

☀ Amido = Macromolécula insolúvel em água. Formado de amidos e amilopectina

☀ Enzima = Sua parte ativa é a amilase

☀ Dextrina = Molécula solúvel em água.

Existem três tipos distintos de enzimas. A seguir descritas algumas de suas propriedades mais importante.

- a. Amilase Pancreática: esta amilase é obtida do pâncreas de animais, são eficientes até a temperatura máxima de 55 °C, temperatura esta que se encontra abaixo do ponto de entumescimento do amido;
- b. Amilase de Malte: esta amilase é obtida do Malte; possui maior resistência a temperatura podendo trabalhar em temperaturas compreendidas entre 60 e 65 °C, também atuam em temperaturas inferiores do amido;
- c) Amilase Bacteriana: obtida de bactérias, a amilase bacteriana são as que melhores se comportam com relação à temperatura pois sua faixa de atuação compreende 65 a 75 °C, daí possuem a vantagem de atuarem na temperatura de entumescimento do amido.

**Observação:** Ponto de entumescimento de amido: Sabe-se que a retirada do amido é facilitada quando este se entumesce (aumenta seu volume devido à absorção de banho), daí se o desengomante atuar na faixa de temperatura de entumescimento (70 °C) a desengomagem realiza-se de maneira mais fraca e completa.

É bom ressaltar que a amilase bacteriana possui as propriedades mais indicadas para retirada de amido, porém apresenta a desvantagem de possuir um custo elevado em relação aos outros tipos de amilase. Portanto na elaboração de uma receita de desengomagem deve ser verificado o tipo de engomante empregado, tempo disponível, existência de aparelhos de controle de temperatura e o grau de engomagem para a escolha mais acertada do tipo de amilase. Em linhas gerais quando o tempo de desengomagem pode

ser aumentado pode-se empregar a amilase de malte e a pancreática sem maiores problemas.

Vários fatores influenciam o rendimento da desengomagem enzimática tais como:

- a. Insumos auxiliares: Os insumos auxiliares atuam sobre a atividade da enzima, por exemplo, o cloreto de sódio aumenta a estabilidade ao calor e, os penetrantes "quebram o filme" formado pela goma, auxiliando a umectação do substrato
- b. Tempo de desengomagem: O tempo tem que ser dosado o suficiente para que a enzima possa solubilizar por completo todo o amido, porém não deve ser demasiadamente prolongado pois pode haver prejuízo para o substrato;
- c. Temperatura empregada: Deve ser controlada de acordo com o tipo de enzima, sabe-se que a diminuição de 10 °C durante a operação de desengomagem faz com que haja a diminuição de 50% de atividade da enzima, prejudicando o efeito da e desengomagem;
- d. pH do banho: Quando o pH se localiza na faixa ideal proporciona alta atividade à enzima e um máximo de estabilidade ao calor. O pH ideal para a desengomagem deve estar entre 6 a 7;
- e. Dureza da água: A presença de cálcio e/ou magnésio no banho de desengomagem aumenta a atividade da enzima. Daí costuma-se empregar cloreto ou sulfato de cálcio ou magnésio;

- f. Presença de contaminantes: São agentes que inibem ou até chegam a destruir a enzima. Normalmente são corpos estranhos ao bano de desengomagem.

Os principais tipos de contaminantes são:

- ✳ Insumos preservativo de goma: Cresol, fenol e formaldeído;
- ✳ Metais: Cobre, ferro e alumínio;
- ✳ Agentes redutores: Bissulfito e tiosulfato de sódio;
- ✳ Amônia quartenária;
- ✳ Agentes sequestrantes: EDTA.

### **3.4) Desengomagem por auto-fermentação (imersão)**

É o método mais antigo que se conhece e também o mais barato, consiste na imersão do substrato engomado em água durante um longo período de tempo; ocorre que durante a imersão formam-se microorganismos que atacam o amido transformando-o em açúcar solúvel e de fácil eliminação.

Apesar do baixo custo que todo este método tem, não é vantajoso em termos produtivos, pois é muito demorado além de possuir o inconveniente do substrato poder ser afetado pela fermentação descontínua, perdendo assim parte de sua resistência.

### **3.5) Desengomagem por dissolução alcalina**

Neste método de desengomagem utiliza-se soda cáustica e um umectante: inicialmente o substrato é impregnado num banho contendo os insumos citados, e em seguida é fulardado daí sendo armazenado em "J-Box" onde permanece algum tempo a 100 °C (exposição ao vapor saturado).

Este método de desengomagem é vantajoso pois além de seu relativo baixo custo operacional possui a vantagem de eliminar maior quantidade de engomante que o método enzimático diminuindo quase a um valor nulo a carga de engomante do substrato. A única desvantagem é a carga de impureza que se deposita na máquina empregada sendo necessária limpeza constante.

### **3.6) Desengomagem por hidrólise ácida**

Este método de desengomagem é também bastante antigo: possui muitos riscos pois qualquer descuido é fatal ao substrato. A operação emprega ácido sulfúrico e/ou clorídrico. O substrato é impregnado no banho ácido sendo posteriormente fulardado e colocado a repousar por 12 horas.

O ácido atua sobre os engomantes de origem mineral solubilizando-os, atua também nos compostos orgânicos (carboidratos) sacrificando-se por hidrólise transformando-os assim em dextrina e/ou açúcares solúveis.

A vantagem proporcionada por este método e o seu custo, todavia em vista dos cuidados que se devam tomar não é vantajoso seu uso industrial pois qualquer descuido pode afetar irremediavelmente o substrato.

Para auxiliar a umectação do substrato utiliza-se basicamente a receita de aplicação compõe-se de 2,5 g/l de ácido sulfúrico e 1 g/l de umectante: o substrato deve repousar durante o tempo estipulado mantendo sua temperatura nos parâmetros descritos.

### **3.7) Desengomagem por oxidação**

É o método desengomagem mais atual que existe, consiste na aplicação de insumos oxidantes os quais atuam sobre os engomantes oxidando-os.

Neste oxidação ocorre a solubilização do amido que posteriormente é eliminado por uma lavagem rigorosa. Os principais insumos empregados para que a desengomagem por oxidação são: persulfato de amônio, bromito de sódio e peróxido de hidrogênio.

De maneira simplificada podemos entender por oxidação a queima lenta de algum corpo ou substância sem que haja a formação de chama; assim na desengomagem por oxidação ocorre "queima" do engomante, facilitando sua remoção. Vale a pena lembrar que a expressão tem apenas caráter didático pois o fenômeno de oxidação é completo. Envolvendo troca de elétrons.

## **1. Operações físico-químicas do beneficiamento primário**

### **4.1) Mercerização**

#### 1. Histórico

Os primeiros experimentos sobre o comportamento da celulose em solução alcalina foram feitos por John Mercer 1844.

Mercer observou que o algodão tratado em lixívia de soda cáustica ou lixívia de potassa cáustica, apresentavam uma diminuição em sua dimensões (encolhimento), tornava-se mais resistente e com maior afinidade aos corantes.

1890, Lowe descobriu que submetendo o algodão a uma tensão durante o tratamento cáustico, a fibra apresentava mais brilho.

Alguns anos depois. Thomas e Prevost já utilizavam o princípio da mercerização em escala industrial.

Apesar da antigüidade do método de mercerização, ainda não existem teorias concretas que expliquem de modo concluyente as alterações químicas ocorridas nesta operação.

## 2. Formas em que o substrato pode se apresentar para a mercerização:

✿ Fios (rocas / meadas)

✿ Tecidos planos

✿ Tecidos de malhas

### 1. Efeitos produzidos pela mercerização:

✿ Aumento substancial do brilho;

✿ Contração de 20 a 30%;

✿ Aumento de resistência à tração na ordem de 25%;

✿ Aumento de 30 a 40% na afinidade para com os corantes;

✿ Melhoria do toque;

✿ Aumento da solidez à luz e às intempéries;

✿ Aumento da absorção de umidade e do entumescimento em água;

✿ Ocorre a dissolução do algodão imaturo, o substrato apresenta maior homogeneidade após o tingimento, pois o algodão imaturo não absorve corantes.

### 1. Fatores que influenciam a mercerização:

a. Concentração da solução (lixívia)

O algodão normalmente é mercerizado em soluções de hidróxido de sódio ou de potássio. O melhor efeito é obtido usando-se hidróxido de sódio nas concentrações de 28 a 32 °Bé. No caso de misturas de algodão com viscose é recomendável o uso de uma mistura de 75% de hidróxido de sódio e 25% de hidróxido de potássio a fim de evitar a dissolução das viscose.

b. Tempo de mercerização com a solução:

Para que a mercerização seja eficiente é necessário que o substrato permaneça ao menos 130 segundos na solução alcalina. O tempo total de permanência na solução depende do tempo de umectação inicial do substrato; no caso deste encontrar-se em estado cru é recomendável o uso de insumos auxiliares para promover a umectação mais rápida e homogênea. Como exemplo de umectantes podemos citar o álcool etílico ou ainda qualquer umectante comercial resistente ao alcali empregado visando diminuir o tempo de umectação para que este se situe numa faixa abaixo nunca inferior a 5 segundos.

c. Temperatura da solução:

O melhor efeito de mercerização é obtido na faixa de temperatura de  $-10$  °C, onde o algodão adquire uma certa transparência. Porém nas máquinas industriais a mercerização é realizada em temperaturas que variam entre 10 e 15 °C. Certos estudiosos recomendam fazer a impregnação a 60 °C, passando posteriormente o

substrato por uma solução com menor concentração, 10 a 15 °Bé, a fim de melhorar a uniformidade do efeito obtido.

d. Tensão durante e após a impregnação:

O substrato deve sofrer grande tensão durante e após a impregnação para que possa adquirir brilho; a tensão que o substrato deve receber durante sua passagem pela solução alcalina é importante e deve ser determinada de acordo com o tipo de algodão, isto é, a tensão que o substrato receberá será calculada de acordo com a porcentagem de encolhimento que apresentará em condições de ausência de tensão ao passar pela solução.

Por exemplo, um fio de algodão egípcio encolhe aproximadamente de 15 a 18% em solução alcalina, daí a tensão que deverá sofrer durante a mercerização deverá ser suficiente para cobrir o encolhimento e ainda proporcionar um alongamento na ordem de 3 a 6%, afim de proporcionar um brilho satisfatório, como resultante desta carga o fio deverá receber uma tensão de 24%. Num segundo exemplo, um fio com fibras de algodão com fibras curtas apresenta um encolhimento de 10 a 12% ao ser umectado com solução alcalina, deve ainda sofrer um alongamento de 2 a 3% durante a mercerização para obter um brilho satisfatório, seguindo este princípio a força empregada deverá ser aproximadamente 15%.

e. Tensão do banho de lavagem:

Após a mercerização o substrato deve ser lavado a fim de interromper a ação do álcali para eliminação do insumo em si. Ocorre porém que durante a lavagem a tensão também deve ser mantida para que possa haver um controle perfeito do encolhimento e ainda para que o efeito obtido se mantenha numa faixa satisfatória.

É importante lembrar que o substrato deve ser mantido sob tensão enquanto ainda existirem traços de álcali pois os mesmos podem atuar sobre o efeito obtido.

## 1. Mercerização de fios

A prática de mercerização de fios em escala industrial difundiu-se devido às facilidades e bons resultados obtidos. Os fios mercerizados são utilizados principalmente na confecção de tecidos de malha e para produção de linhas de coser. A grande vantagem oferecida pela mercerização de fios reside no fato de o substrato apresentar uma ótima uniformidade.

Para mercerização de fios pode-se utilizar a meada como forma de acondicionamento; as meadas são colocadas em "braços pneumáticos" existentes na mercerizadeira de fios, sendo submetidos a uma pequena tensão, em seguida as meadas são impregnadas com a solução cáustica mediante um sistema de

borrifamento e/ou imersão. Durante a impregnação as meadas passam por entre rolos espremedores para garantir uma penetração uniforme. Após a impregnação os fios são lavados ainda sob tensão em água em ebulição e em seguida lavados em água a temperatura ambiente. Por fim são neutralizados numa solução contendo ácido acético ou fórmico, recebendo secagem final numa estufa.

## 2. Mercerização de tecidos

A mercerização de tecidos pode ser realizada na mercerizadeira com corrente ou na mercerizadeira por rolos (sem corrente)

Mercerizadeira com corrente: São mercerizadeira que mantém o tecido tensionado através de um sistema de correntes providas de pinças que prendem o tecido pela ourelas.

Mercerizadeira por rolos: Nesta mercerizadeira o tecido recebe tensão ao passar por entre rolos de borracha e de ferro onde a velocidade dos mesmos é variada em cada campo da máquina, podendo-se regular a tensão desejada. A impregnação é obtida pela passagem do tecido numa cuba contendo a solução cáustica; após a impregnação o tecido é lavado a quente; vaporização e sofre uma nova lavagem; por fim uma nova neutralização.

### 3. Lixiviação

Lixiviação é o nome à operação recebe tratamento em solução com soda cáustica cuja concentração é inferior e de mercerização e também não existe tensão; é conhecida como caustificação.

Os efeitos obtidos pela lixiviação são:

- ☀ Aumento de absorção de corante;
- ☀ Grande encolhimento.

Após a lixiviação tanto o brilho como o aspecto geral do tecido não se alteram. A lixiviação é usualmente realizada com soda cáustica 10 a 15 °Bé, a temperatura de

ambiente sendo que o tecido permanece em repouso 20 a 30 min. após sofrer a impregnação.

### **1. Mercerização com amônia líquida:**

A mercerização do algodão com hidróxido de sódio visa obter maior rendimento dos corantes e maior brilho. Apesar destes objetivos serem alcançados pela mercerização convencional, o substrato mercerizado não possui a estabilidade dimensional adequada.

Diversas evidências levam a crer que a estabilidade dimensional não é obtida pela mercerização convencional pois o insumo empregado causa um entumescimento demasiado rápido das fibras da superfície do substrato, impedindo uma penetração uniforme e contínua para o interior.

Há alguns anos foram feitos ensaios a fim de conseguir obter uma mercerização que fosse ao mesmo tempo uniforme e que conferisse uma estabilidade dimensional maior ao substrato beneficiado. Dos reagentes empregados a preferência recaiu sobre a amônia anidra na forma líquida, pois ela reage rápida e uniformemente com o algodão e possibilita uma eliminação acelerada dos resíduos de insumos, reduzindo os problemas de poluição do meio ambiente.

O substrato mercerizado com amônia líquida em temperaturas baixas ( $\approx 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) tem aumentada sua capacidade de absorver corantes, fica mais brilhante, praticamente não encolhe, tem sua resistência aumentada de 95 a 100% e apresenta um toque mais rígido do que o substrato mercerizado com hidróxido de sódio.

A mercerização com amônia líquida pode ser realizada sobre fios e tecidos. A mercerização dos fios é realizada de maneira contínua (desenrolar – mercerizar – enrolar) em máquinas desenvolvidas por pesquisadores escoceses da firma J&P. Coats Ltda.. A mercerização dos tecidos com amônia líquida foi desenvolvida pelos pesquisadores do Norwegian Textile Institute, a maior vantagem oferecida é a possibilidade de se combinar mercerização e pré-encolhimento compressivo (sanfor-set), obtendo uma ótima estabilidade dimensional em menor tempo.

## **1. Operações químicas do beneficiamento primário**

### **5.1) Limpeza a úmido**

É conhecida por limpeza a úmido a operação que visa eliminar do substrato as impurezas com características oleosas tais como: graxas, ceras e óleos naturais e/ou adquiridos durante seu processamento industrial; esta eliminação se faz necessária visto que estas impurezas oleosa depositadas no substrato impedem a penetração da água que é o principal veículo empregado nas operações de beneficiamento têxtil.

Quando se falar em limpeza a úmido, deve-se associá-la a operações de retirada de substâncias graxas tendo como o veículo a água, a seguir estão relacionados os termos comumente empregados quando se falar em limpeza a úmido:

Lavagem prévia – termo empregado para designar a operação na qual ocorre a limpeza a úmido de substrato que possuem pequena carga de impurezas necessitando assim de álcalis fracos para seu beneficiamento.

Purga – termo empregado para designar a operação na qual ocorre a limpeza a úmido que possuem grande carga de impurezas, necessitando assim de álcalis fortes para seu beneficiamento.

Cozimento ou cozinhamento – termo empregado para designar a operação na qual ocorre a limpeza a úmido de substrato que possuem grande carga de impurezas, necessitando assim de álcalis fortes e de altas temperaturas (operação realizada sob pressão)

É bom enfatizar novamente que a eliminação das impurezas se faz necessária como se sabe, o óleo e a água não se misturam devido à tensão superficial e interfacial que ambas exercem; daí caso o substrato possua estas impurezas não poderá absorver nenhum dos banhos que se possam ser utilizados para seu beneficiamento.

As impurezas são eliminadas de três maneiras durante a limpeza a úmido, a saber:

- a. Por dissolução: As impurezas solúveis em água contidas no substrato, durante a limpeza a úmido, são dissolvidas do substrato sem maiores problemas.
- b. Por saponificação: Certas impurezas tais como óleos e gorduras são eliminadas do substrato através de sua transformação em sabão; estas impurezas fixam-se ao substrato por ligação química e aderência. A saponificação ocorre através da ação combinada do calor com a presença de álcalis somada a ação mecânica que tornam as impurezas mais fluídas, saponificando-as e desprendendo-as após a saponificação estas impurezas devem se manter afastadas do substrato, o que é conseguido através da formação de suspensão das mesmas. Através da saponificação, eliminam-se impurezas de origem animal e vegetal.
- c. Por emulsificação: Certos óleos e graxas suscetíveis à mistura com água são eliminadas por meio detergentes (emulsificação). A estrutura química destas impurezas permite sua eliminação através da sua solubilização em água (emulsificação) quando se utilizam tensoativos que formam compostos solúveis permitindo a mistura destas impurezas em água. Também neste caso as partículas são mantidas afastadas do substrato por suspensão.

### **5.1.1) Efeitos gerais da limpeza a úmido**

- a. Perda de peso do substrato;
- b. Encolhimento;
- c. Alteração dos títulos dos fios;

- d. Perda de resistência sensível;
- e. Aumento da hidrofiliidade.

### **5.1.2) Condições ideais para uma perfeita limpeza a úmido**

- a. Emprego de água adequada – a água para a limpeza a úmido não deve apresentar cálcio e/ou magnésio, pois estes íons fazem com que as impurezas saponificadas tornem-se insolúveis, precipitando-se no banho e sobre o substrato.
- b. Distribuição homogênea do substrato a ser beneficiado e perfeita circulação de banho: é sempre bom lembrar que para qualquer operação em banho de esgotamento, o banho e/ou substrato devem estar em movimento para perfeita homogeneização do efeito da operação.
- c. Uso de álcali e tensoativos em quantidade suficiente – a quantidade de insumos a empregar deve ser dosada de acordo com a carga de impurezas presente no substrato, logo, excesso ou falta de insumos tem ação negativa sobre a operação e o substrato.
- d. Uso de tensoativos resistentes ao meio – é importante selecionar de maneira correta o detergente ou emulgador a empregar, pois além do poder emulgador, a estabilidade aos álcalis também deve ser verificada.
- e. Remoção completa de todos os resíduos remanescentes no substrato – de nada adiantará uma limpeza a úmido bem realizada se em sua conclusão, ou seja,

lavagem houver falhas, daí após qualquer operação de limpeza a úmido realizar-se uma lavagem rigorosa a quente.

## 5.2) Alveamento

Alveamento é o nome dado à operação que visa eliminar do substrato as impurezas elementares que lhe proporcionam coloração pardacenta. Após a destruição desta impurezas, o substrato torna-se pronto para receber coloração, para se obter o substrato na forma branca é necessário aplicar branco óptico. Os pigmentos encontrados podem ser naturais e/ou adquiridos durante a operacionalização industrial, sendo que em ambos devem ser eliminados durante o alveamento.

O alveamento pode realizar-se por meio de oxidação ou redução química. Na oxidação ocorre incorporação (ganho) de elétrons e na redução ocorre perda de elétrons.

Os insumos mais empregados no alveamento por oxidação são:

✱ Hipoclorito de sódio – NaClO

✱ Peróxido de hidrogênio – H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

✱ Clorito de sódio – NaClO<sub>2</sub>

Os insumos mais empregados no alveamento por redução são:

☀ Hidrossulfito de sódio –  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$

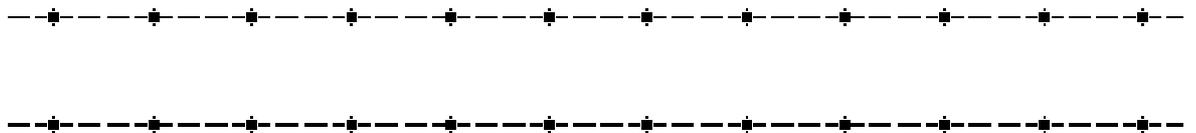
☀ Formaldeído Sulfoxilato de sódio –  $\text{NaHSO}_2\text{CH}_2\text{O}_2\text{2HO}$

### 5.2.1) Alvejamento com hipoclorito de sódio

Comercialmente o hipoclorito de sódio é vendido na forma líquida, com coloração ligeiramente amarelada e em concentração variada, sendo que a mesma é medida em g/l de cloro ativo: o hipoclorito de sódio sofre a ação de vários fatores que veremos a seguir:

**pH:** No alvejamento com hipoclorito de sódio o componente ativo pode apresentar-se em 3 estados de acordo com o pH:

Em valores de pH superiores a 10 ocorre a liberação do elemento ativo



Em valores de pH compreendidos entre 5 a 8,5, começa a haver a formação do ácido hipocloroso.

---

NaClO HClO

- a. Em valores de pH inferiores a 5, começa a haver a liberação de cloro e quando o pH cai abaixo de 3 o ácido hipocloroso presente no banho se converte totalmente em cloro

---

NaClO NaCl + Cl

Sabe-se que a faixa de pH mais danosa ao substrato encontra-se na zona neutra (pH 7). Daí há necessidade de controlar rigorosamente este parâmetro durante a operação. O método mais seguro para o controle do pH é trabalhar com agentes tampão (compostos que impedem as variações de pH) que neste caso são ocasionadas em grande parte pelo CO<sub>2</sub> da atmosfera.

pH	Tampão
11	Carbonato de sódio
10	Sequiscarbonato de sódio
9	Borax (borato de sódio)
9	Pirofosfato e ácido gálico
8	Ácido bórico
7,5 – 6,5	Bicarbonato de sódio e ácido gálico
5	Ácido acético
5	Acetato de cálcio e ácido gálico
4	Sulfato de alumínio

Sequiscarbonato de sódio é obtido através da mistura de bicarbonato de sódio e carbonato de sódio. Segundo experiência, obtém-se melhores resultados na faixa de pH 10, pois, além de se obter um bom grau de alveijamento neste valor de pH o risco do substrato ser danificado é muito pequeno.

**Temperatura:** Segundo experiências, quanto menor a temperatura do banho de alvejamento, maior deverá ser o tempo de realização da operação. Em temperaturas ao redor de 60 °C, o tempo de alvejamento será de apenas 6 a 8 minutos, porém, na prática não se pode trabalhar nesta temperatura pois o risco de danificar o substrato é muito elevado.

O mais indicado é realizar a operação com os seguintes parâmetros:

☀ 20 °C a operação deve durar 3 horas

☀ 30 °C a operação deve durar 2 horas e 10 minutos

☀ 40 °C a operação deve durar 50 minutos

É bom observar que estes parâmetros são básicos, pois, dependendo da máquina empregada, das condições do substrato e da concentração do banho de alvejamento, o tempo pode ser manipulado.

**Anticloragem:** Após o alvejamento com hipoclorito de sódio deve-se proceder a eliminação do cloro residual do substrato, pois, sua presença em período muito longo pode deteriorar ou amarelar a fibra. O anticloro mais usado é o bissulfito de sódio (3g/l a 40 °C em 15 minutos)



Água oxigenada, como é conhecido comercialmente o peróxido de hidrogênio, é apresentado no mercado com a indicação em volumes de oxigênio contidos num litro de insumos; dessa forma entende-se por água oxigenada 100 volumes aquela na qual um litro libera 100 litros de oxigênio.

### **Comportamento da água oxigenada**

Um fator importante para a obtenção de um bom alveijamento com peróxido de hidrogênio é encontrar o "ponto de estabilidade ideal" pois se o insumo for pouco estável, o oxigênio é desprendido muito rapidamente para a atmosfera não permanecendo o tempo suficiente para alvejar o substrato; se o insumo for demasiadamente estável não haverá liberação de oxigênio e portanto também neste caso não haverá alveijamento.

Vários são os fatores que influenciam o alveijamento com água oxigenada, são eles:

**Resíduos de ferro:** Deve-se ter cautela com resíduos de ferro no banho de alveijamento, pois sabe-se que este íon exerce efeito catalítico de oxidação da celulose em presença de peróxido, chegando a destruí-la.

**Resíduos de cálcio e magnésio:** A presença de íons de cálcio e/ou magnésio no banho de alveijamento exerce ação reguladora nos peróxidos, daí é recomendável "endurecer" a água do banho de alveijamento com adição de pequenas quantidades de sais que contenham os referidos metais.

**pH:** O peróxido de hidrogênio é bastante estável em pH inferior a 10 e pouco estável em meio fortemente alcalino. O valor de pH ideal para o alvejamento está compreendido entre 10,8 e 10,9 sendo ajustado neste valor pela adição de uma mistura de carbonato de sódio e hidróxido de sódio. Ocorre porém que sempre existe o perigo de variação de pH durante a operação. Se isto ocorre há um desprendimento irregular de oxigênio acarretando um alvejamento deficiente sendo recomendável a adição de um estabilizador que no caso é o silicato de sódio.

O silicato de sódio tem a propriedade de formar juntamente com os peróxidos compostos mais estáveis e também ele se aglutina aos metais catalíticos diminuindo sua ação danosa, além disso exerce ação protetora através de atenuação das manchas de ferro que porventura o substrato apresente. Pequenas quantidades de silicato de sódio na água ajudam a combater a corrosão dos encanamentos.

Quando há necessidade de adicionar silicato e hidróxido ao banho de alvejamento é importante que o silicato seja adicionado em primeiro lugar antes do hidróxido, pois de outro modo o peróxido decompõe-se.

Ocorre porém que muitas vezes o silicato não pode ser utilizado em substrato que exijam toque macio, isto pois o silicato torna o toque áspero, neste caso pode-se usar como estabilizador uma mistura de oxalato e pirofosfato de sódio.

**Temperatura e tempo:** O melhor efeito de alvejamento é obtido em temperaturas localizadas entre 80 e 95 °C não sendo aconselhável atingir a ebulição.



Como os outros insumos alvejantes o clorito de sódio também sofre a ação de alguns fatores:

**Tempo e temperatura:** A temperatura do banho de alvejamento contendo clorito deve-se situar-se na faixa de ebulição da água.

O tempo varia de acordo com muitos fatores e como ponto médio pode-se empregar 60 minutos.

**pH:** Sabe-se que em valores de pH superiores a 4,5 o alvejamento é muito lento. Em contra partida, em valores de pH inferiores a 3 , o dióxido de cloro é liberado muito depressa não havendo alvejamento.

Para fibras celulósicas o pH ideal está compreendido entre 3,5 a 4,0, onde deve-se empregar um ácido orgânico (ácido oxálico) como insumo fornecedor do meio. Para fibras sintéticas o pH ideal é 3.

Em casos particulares, como por exemplo em altas temperaturas e baixos valores de pH, recomenda-se adicionar 2g/l de nitrato de sódio para que o elemento ativo não ataque a maquinaria danificando-a; para maior segurança pode-se empregar máquinas capeadas com cerâmica.

O clorito de sódio é empregado no alvejamento de substratos compostos de matéria prima de origem celulósica, para alvejamento principalmente do poliéster e misturas destes com fibras naturais celulósicas.

#### **5.2.4) Alveamento com hidrossulfito de sódio**

O efeito obtido no alveamento por redução não é muito duradouro. Ocorre que as impurezas primitivamente coloridas (agora incolores devido a ação do insumo) podem se oxidar com o oxigênio da atmosfera, fazendo com que as mesmas voltem ao seu estado inicial (colorido).

O insumo mais empregado neste tipo de alveamento é o hidrossulfito de sódio conhecido comercialmente na forma de pó branco e fino apresentando relativa estabilidade e propiciando um considerável poder redutor

O hidrossulfito de sódio em solução se decompõe relativamente depressa principalmente em temperaturas superiores a 60 °C, daí a razão pela qual não utilizá-lo em temperaturas altas. Para operações que exigem temperaturas superiores a 70 °C é conveniente utilizar um insumo mais estável obtido pelo tratamento do hidrossulfito de sódio com formaldeído, produto este conhecido como formaldeído sulfoxilato de sódio. As marcas comerciais do formaldeído sulfoxilato de sódio mais encontradas são:

✱ Rongalit C – BASF

✱ Hidrossulfito R – Ciba Geygy

Juntamente com os insumos redutores é necessário empregar um álcali para que a ação redutora possa ser liberada.

Geralmente o alvejamento por redução realiza-se sobre poliamida ou alternadamente com o alvejamento por oxidação (no aso da lã). Uma das principais aplicações desse método de alvejamento é na limpeza de fibras celulósicas quando estas foram tintas juntamente com fibras sintéticas com corantes dispersos (lavagem redutiva); também emprega-se descarga de tingimento e na estampagem por corrosão.

### **Tingimento**

Local onde proporciona a cor desejado ao tecido

### **ESGOTAMENTO IMPREGNAÇÃO**

☀ Esgotamento - processo em que o material têxtil fica em contato praticamente permanente com a solução. Este processo é considerado como descontínuo.

Ex: Turbo, Jigger, Barca, Overflow, etc ...

☀ Impregnação - processo em que o banho é forçado a penetrar no interior do material têxtil à partir de cilindros.

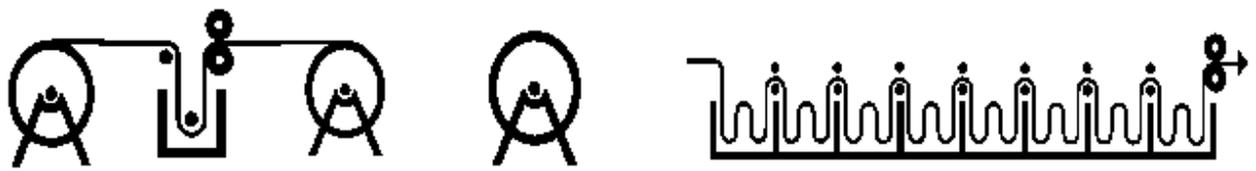
O processo de impregnação atende por outros nomes como Foulardagem e as derivações do processo como:

✳️ **PAD - STEAM** - Impregnação (pad), vaporização (steam), lavagem, secagem, enrolamento.

Ex: Corantes ao Enxofre.

✳️ **PAD - BATCH** - Impregnação (pad), Repouso a frio (Batch), lavagem, secagem, enrolamento.

✳️ Princípio do processo Pad-Batch



Foulardagem em presença de álcali e saída em carro-rolão

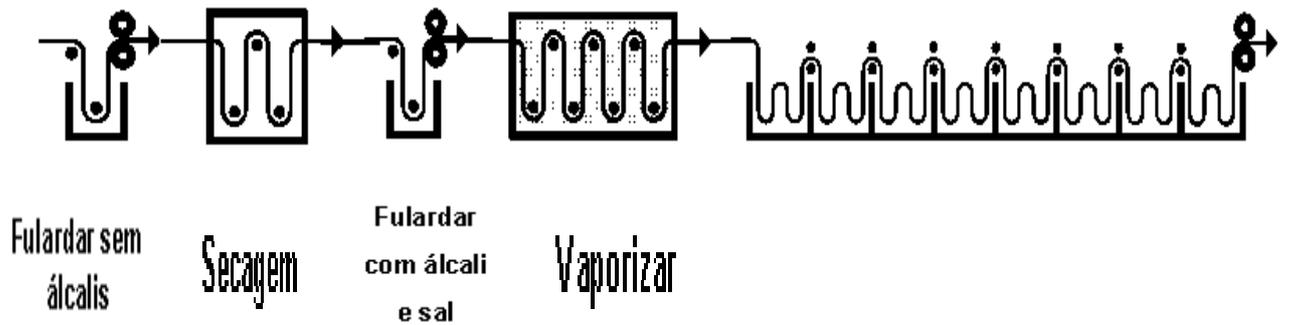
Fixação por repouso

Lavagem final - Em aberto ou em corda,  
descontínuo ou contínuo

Ex: Corantes Reativos, Diretos.

✳️ **PAD - DRY** - Impregnação (pad), Secagem (dry), lavagem, secagem, enrolamento.

## Princípio do processo Pad-Dry-Chemical-Pad-Steam



## Lavagem final

Ex: Kanvas (Corantes ao enxofre), Corantes à cuba, (pigmentação), Corantes Naftóis (Pigmentação).

☀ **PAD - DRY - STEAM** - Impregnação (pad), Secagem (dry), Vaporização (steam), lavagem, secagem, enrolamento.

Ex: Corantes à cuba.

☀ **PAD - DRY - COPULAÇÃO** - Impregnação (pad), Secagem (dry), Impregnação do sal ou base diazotada (Copulação), lavagem, secagem, enrolamento.

Ex: Corantes Naftóis

### **CORANTES À CUBA**

Os tecidos da linha profissional, UNIFORTE e UNILEVE, para atenderem às especificações de nossos clientes devem possuir altos graus de solidez (resistência a ataques) às adversas condições de uso e lavagem, sendo para isto, tintos com corantes à cuba (ou tina).

Estes corantes são compostos orgânicos insolúveis em água; graças à presença dos grupos cetônicos em seu cromóforo (parte da estrutura do corante responsável pela cor) e podem ser solubilizados em um meio redutor (Soda cáustica + Hidrossulfito de Sódio) e desta maneira ser aplicado na fibra.

Geralmente, os corantes à cuba são os que apresentam os mais altos índices de solidez para fibras celulósicas (algodão).

### **SECAGEM INTERMEDIÁRIA**

( câmaras de secagem por Infra-vermelho )

O principal efeito que se pode produzir no decorrer da secagem intermediária, é a migração do corante, é , pois, indispensável regular bem a velocidade de passagem no foulard e a temperatura das câmaras de secagem a fim de evitar qualquer migração de

corante sob a forma pigmentada. Estas duas variáveis estão intimamente relacionadas entre si, dependendo a velocidade da temperatura obtida nas câmaras de secagem para proporcionar ao tecido uma umidade relativa em torno de 8 à 10% ao final desta etapa. Para este controle temos instalados 3 sensores de umidade(orela-centro-orela)na saída do hot-flue, interligados a um painel(TEXTRON) que indica ao operador se o tecido está seco, normal ou úmido, além de fornecer por dígitos o percentual de umidade.

A pré-secagem não é essencial quando se tem disponível secadores de câmaras aquecidas (hot-flue), entretanto esta proporciona melhor controle sobre a migração de corante, permitindo trabalhar com uma velocidade mais rápida por diminuir bruscamente o grau de umidade(30 à 40%)antes do percurso final no hot-flue.

## **FOULARDAGEM QUÍMICA**

### **(Booster)**

O corante à cuba é apresentado sob forma insolúvel e sua solubilização ocorre por uma reação alcalina, que se dá através da impregnação de um agente químico redutor (hidrossulfito de sódio)junto com soda cáustica que age como solubilizador do hidrossulfito. Neste banho também são usados produtos auxiliares como anti-espumante e dispersante.

Após a secagem é indispensável que o tecido seja resfriado em contato com cilindros arrefecidos por circulação interna de água fria para entrar no banho químico, visando a não transferência de temperatura do tecido para o banho, o que faz com que a

temperatura deste último se eleve provocando uma decomposição prematura do hidrossulfito de sódio e conseqüentemente uma redução insuficiente do corante.

A pressão do foulard (booster) deve ser regulada de tal maneira, que o grau de absorção (pick-up) esteja entre 80 à 110% do peso do tecido seco de acordo com o catálogo do fornecedor, sendo usado no nosso caso, um pick up de 100%.

As concentrações de soda cáustica e hidrossulfito de sódio são calculadas de acordo com um gráfico fornecido pelo fabricante do corante.

## **VAPORIZAÇÃO**

A distância entre as saídas dos cilindros do foulard químico(booster) e o vaporizador deve ser a mais curta possível(no nosso caso 50cm) a fim de evitar perdas de Hidrossulfito de Sódio pela oxidação do oxigênio do ar. O vaporizador também deve estar isento de ar ; certificamo-nos disto pela saída constante de vapor na entrada do vaporizador, evitando que o ar da atmosfera penetre e decomponha o Hidrossulfito, impedindo a redução completa do corante.

A vaporização deve ser feita em vapor saturado (úmido) para evitar a evaporação de água do tecido e o risco de cristalização corante reduzido, sendo que a temperatura situa-se entre 102 à 104°C de acordo com indicações do fabricante.

Outro ponto importante nesta etapa do processo é o selo d'água que se situa na saída do vaporizador. Este, ajuda na eliminação de parte da soda existente e deve vedar a entrada de ar e/ou saída de vapor, facilitando a elevação da temperatura e evitando manchas causadas pela saída do vapor. Para isto, seu nível de água deve se manter cheio e constante.

Neste momento(saída do tecido do vaporizador) é importante que o corante ainda esteja em seu estado reduzido, o que pode ser confirmado usando um papel amarelo tina ou mediante a medição do potencial redox com eletrodos de contato.

### **Processo Turbo**

Equipamento constituído por uma autoclave, onde alcançam-se altas temperaturas e pressões, exigências dos corantes dispersos utilizados no tingimento dos tecidos com poliéster.

Nesta máquina também são realizados os tingimentos dos tecidos brancos, através de branqueadores óticos.

### **Lavadeira de Reativo**

Utilizado para lavagem de tecido da Linha Reativo , a qual utiliza somente água a aproximadamente 90 ° C.

Após o tecido ficar em repouso o tempo necessário para ocorrer a reação completo , o rolo de tecido irá para a lavadeira onde receberá uma lavagem com água , onde será retirado o excesso de pigmentos que não reagiu.

### **AcabamentoFinal**

Após a preparação e fornecimento de coloração ao substrato, realiza-se o acabamento final do mesmo. Acabar um substrato significa proporcionar ao mesmo características finais mais nobres e funcionais de toque, uso e aparência. Este enobrecimento é obtido através de meios físicos e/ou químicos, sendo que os insumos empregados podem ser aplicados em banho de esgotamento, foulardagem, por pulverização e por intermédio de facas no lado direito ou avesso do tecido. No caso de substrato compostos de misturas, deve-se elaborar receitas-se em consideração as características de cada componente, bem como a proporção percentual de cada um. De acordo com a solidez do efeito obtido, os acabamentos podem ser classificados em:

- Acabamentos comuns
- Acabamentos de alta qualidade.

Os acabamentos comuns:

Não apresentam boa solidez, restringem-se simplesmente a corrigir o aspecto, toque, “corpo”, peso, caimento, etc., visando atrair o consumidor.

Os acabamentos de alta qualidade

Visam melhorar permanentemente as qualidades de uso, aparência e de comportamento.

Seria difícil alinhar todos os acabamentos finais existentes devido a sua amplitude; abaixo estão relacionados os mais comuns.

Acabamentos finais químicos:

- Aplicação de amaciantes (amaciação)
- Obtenção de toque rangente (acabamento crackant)
- Aplicação de encorpantes (encorpamento)
- Carregamento (aplicação de agentes de carga)
- Acabamento para melhoria de resistência (easy-care)
- Transparência
- Impermeabilização
- Hodrofugação (repelência a água)
- Acabamento anti-fogo (incombustão)
- Acabamento anti-ruga
- Acabamento “lave-use” (wash-and-wear)
- Acabamento para conservação (anti-microorganismo)

- Acabamentos Scotch-gard (repelência ao óleo)
- Acabamento anti-pilling
- Acabamentos anti-estática

Acabamentos finais físicos:

- Pré-encolhimento
- Pressagem permanente (permanent-press)
- Calandragem
- Flanelagem (felpagem)
- Lixagem (lixamento)
- Escovagem (escovamento).

Acabamentos químicos

Aplicação de amaciantes:

Efeito obtido através de agentes amaciantes.

Estes agentes podem ser:

- a) Catiônicos: (que possuem carga positiva) – ao serem aplicados podem ou empregar ácidos orgânicos.
- b) Não iônicos: (que não possuem carga predominante)
- c) Aniônicos: (que possuem carga negativa) – não necessitam de ácido para sua aplicação.
- d) Anfóteros: (apresentam cargas positivas e negativas)

e) Óleos e gorduras sulfonadas

f) Compostos à base de silicone

Em linhas gerais este beneficiamento visa amaciar o substrato conferindo-lhe toque mais macio e agradável. São empregados agentes amaciantes cuja qualidade e quantidade dependem do to que final desejado. Os amaciantes podem possuir afinidade para com a fibra, sendo que os que não apresentam, não possuem solidez ao enxaguamento pois aderem-se somente à superfície do substrato.

Observações:

Não se deve aplicar amaciantes catiônicos em tecidos brancos com “branqueadores óticos” aniônicos devido sua incompatibilidade. Além do efeito de amaciamento, certos amaciantes promovem um aumento da reumectação e/ou hidrofiliidade do substrato. O amaciamento pode se realizar à temperatura ambiente (T.A.) ou não, com ou sem ácido orgânico, através de banho de esgotamento ou foulardagem. Além dos amaciantes iônicos aplicados isoladamente ou em conjunto, pode ainda se r empregadas substância oleosas e/ou gordurosas como sebo, ceras vegetais, compostos derivados de parafina, azeites, glicerina, etc. É possível se obter um efeito muito superior de amaciamento empregando-se compostos à base de silicone, pois estes formam um “filme” ou película transparente, flexível e resistente.

Deste modo obtém-se toque macio e sedoso, aumentando-se também a durabilidade. Devido ao seu poder lubrificante, os silicones diminuem a possibilidade dos tecidos, principalmente compostos de fibra sintéticas, serem pacientes de furos das máquinas de

costura de alta velocidade, utilizadas nas confecções; ocorre que devido a sua natureza termoplástica, as fibras que compõe o tecido tem sua rigidez diminuída pelo calor originado da fricção entre as agulhas. Devido a sua inércia química consegue-se também obter também certos efeitos de resistência a manchas com emprego deste tipo de amaciantes. Sob forma de emulsão, os silicones, são aplicados a T.A. em tecidos isentos de resíduos químicos, a aplicação em banho de esgotamento preconiza que o tempo de duração da operação deve ser de 30 min.; já no caps de foulardagem, que apresente melhores resultados, deve-se empregar foulard com 2 ou 3 rolos, o pick-up deve ser 70% e após a impregnação deve proceder-se uma polimerização durante 3 min. a 150 °C ou, de acordo com o produto acelerador de polimerização (catalizador) em temperaturas inferiores. O amaciamento é aplicado em substratos que deverão possuir maciez, promovendo conforto ao uso como no caso de vestuário, cama, mesa e banho.

Obtenção de toque rangente (acabamento Crackant)

É empregado em substrato constituídos de seda, acetado, triacetato e poliacrilonitrilo.

O efeito é obtido ao se tratar o substrato num ácido orgânico (tartárico ou cítrico) ou ainda, com emprego de um amaciante específico para obtenção de toque rangente. Sendo ou não necessário, de acordo com o caso, o emprego de ácido para obtenção do pH do meio (pH 4) No caso de emprego de amaciante, este deve ser diluído em água a 80 °C deixando esfriar o banho e aplicando-se a T.A. em banho de esgotamento durante 15 min., podendo-se aplicar também por foulardagem. Após o esgotamento, realiza-se uma centrifugação do substrato eliminando-se o excesso de banho absorvido (não realizar centrifugação violenta, pois não há muita afinidade entre insumo e substrato) finaliza-se a operação com uma secagem a 80 – 100 °C. O toque rangente é aplicado em substratos compostos de seda, para acentuação do toque ou na imitação deste sobre substrato compostos de outras matérias primas.

Matificação (aplicação de agentes deslustradores)

Este acabamento objetiva tornar foscos (retirar brilho) os brilhos (tecido de cala e de malha, fios) compostos de matérias primas brilhantes como acetato, triacetato e poliamida. Este efeito é obtido aplicando-se no substrato, insumos com base em resinas sintéticas opacas ou pigmentos opacos. Pode-se aplicar estes insumos através de foulardagem ou banho de esgotamento. Seguindo-se uma secagem e posterior polimerização, se necessário. A matificação é aplicada em substrato em substratos onde o brilho é um fator indesejável.

Aplicação de encorpantes (encorpamento):

Este acabamento visa “engrossar” e aumentar a rigidez dos substratos (tecido de cala ou malha).Empregam-se insumos que “espessam a água” ou espessantes para a realização do encorpamento, estes por sua vez aderem ao substrato. Podem ser empregados espessantes à base de amido (batata, milho, trigo, etc.), dextrina, glucose, gomas vegetais, cola, alfarroba, caseína, albumina, alquilcelulose, carboximetilcelulose (CMC), resinas sintéticas condensáveis, etc.. Ao se empregar amido, sua dissolução deve ser bem observada, inicialmente o amido deve ser “empastado” em pequenas quantidade de água fria em seguida a pasta obtida deve ser diluída com o auxílio de água a ebulição. Finalmente cozinha-se esta solução durante 5 a 10 min. O encorpamento e/ou rigidez são obtidos através de foulardagem em banhos contendo os insumos, segue-se secagem quando empregar amidos e afins. No caso de empregar resinas sintéticas condensáveis, após a foulardagem deve-se secá-lo e por fim realizar a polimerização da resina durante 4 a 5 min. a 135 – 150 °C, sendo que, a reação de polimerização (condensação) é acelerador intermédio de um catalizador, normalmente um doador de ácido como por exemplo o sulfato de amônio que ao ser aquecido libera o íon amônio restando o ácido sulfúrico; ou então pode-se empregar um ácido orgânico – cítrico ou oxálico) A polimerização visa fazer com que a resina forme uma película sobre o substrato. O encorpamento é aplicado em tecido que necessitam de “engrossamento” e rigidez ao ser empregado em confecções fornecendo melhores condições de corte e costura.

Carregamento (aplicação de agentes de carga)

Este acabamento visa formar o substrato (tecido) mais pesado (com maior massa por unidade de comprimento). Para a realização deste acabamento froular-se inicialmente o tecido num banho contendo os "insumos de carga" e em seguida proceda-se uma secagem. Existem 2 tipos de "insumos de carga", são eles:

a) Agentes que obstruem os poros do tecido:

- Litopônio
- Talco
- Caolim
- Dióxido de titânio

b) sais:

- Sulfato de magnésio
- Sulfato de cálcio
- Uréia

O carregamento é aplicado em tecidos que necessitam possuir maior massa por unidade de comprimento ou no caso de tecidos que necessitam de grande caimento ou no caso de tecidos pra confecção de cortinas para teatro, auditórios e cinemas.

Acabamento para melhoria de resistência (easy-care)

Esta melhoria é obtida por intermédio de resina que ao se aglutinarem ao substrato (tecido) formam películas que aumentam a resistência, protegem contra o desgaste e putrefação. Normalmente empregam-se resinas sintéticas aplicáveis em meio aquoso sofrendo secagem e posterior impermeabilização. Benefício aplicado a substratos suscetíveis ao desgaste, putrefação, tração e abrasão.

#### Transparência:

Em certos casos se necessita, por capricho, modismo ou excentricidade, da transparência em tecidos de algodão. Este efeito, pode ser conseguido através da aplicação de ácido sulfúrico concentrado (52 °Bé) durante um breve intervalo de tempo 3 a 9 segundos, é condição indispensável que o algodão não tenha sido exposto à forças de “esticamento”. Ocorre porém que o ácido sulfúrico é um dos solventes que solubiliza o algodão, sendo necessário cuidado muito especial com a temperatura e tempo de tratamento. A temperatura deve ser de no máximo 30 °C.

#### Impermeabilização:

Este acabamento visa tornar o substrato impermeável. A impermeabilização é obtida aplicando-se, por foulardagem, resinas sintéticas condensáveis, derivados prafínicos, etc., que após terem sido polimerizados formam um filme contínuo sobre a superfície do

substrato, filme este que impossibilita a passagem de água através de seu interior até outra face. É importante que nas operações que antecedem a impermeabilização não restem resíduos de umectantes, pois corre-se o risco de prejudicar o acabamento onde se empregam os insumos num banho aquoso a T.A. e o tecido seco para melhorar absorção e homogeneização. Aplica-se a impermeabilização em tecidos que serão empregados na confecção de roupas para chuva, mochilas, barracas, guarda-chuva, etc..

#### Hidrofugação (repelência à água)

Tem por finalidade fornecer propriedades hidrófobas ao substrato (tecido); neste caso, ao contrário da impermeabilização, a ventilação não a prejudica pois, persiste a permeabilidade ao ar devido a não obstrução dos poros do tecido. O efeito de repelência pode ser obtido empregando-se insumos específicos combinados ou não com resinas, amidos, colas, sebo, parafina ou encorpantes, sendo que estes elementos visam fazer o “incitamento” do tecido ocorrendo porém que a permeabilidade ao ar deixa de existir devido a obstrução dos poros do tecido. A aplicação dos insumos pode ser feito por intermédio de foulardagem ou banho de esgotamento seguido de secagem com posterior polimerização, sendo a última facultativa de acordo com os insumos empregados. Um ótimo efeito de repelência pode ser obtido aplicando-se derivados de silicone, estes formam película transparente flexível e resistente além de hidrofobia. Podem ser aplicados diluídos em solventes ou na forma de emulsão; emprega-se o silicone diluído em solventes nas capas e guarda-chuva, sendo sua aplicação combinada com resinas termoplásticas

procedendo-se posteriormente secagem e polimerização. As emulsões podem ser aplicadas por foudardagem ou banho de esgotamento seguindo-se secagem e polimerização.

#### Acabamento anti-fogo (incombustão)

Acabamento que tem por objetivo tornar o substrato anti-inflamável ou, diminuir sua incendeiabilidade, sendo que estas características são fundamentais para tecidos empregados na decoração de locais de grande aglomeração humanas como teatro, cinemas, etc.. Para obtenção do efeito anti-fogo empregam-se insumos específicos ou então ácido bórico que torna as fibrilas vidradas impedindo sua combustão.

#### Acabamento anti-ruga

Tem por finalidade evitar que o substrato (tecido) sofra amarrotamento, assim existem no mercado resinas pré-condensadas solúveis em água que, após sua aplicação, por foudardagem, transformam-se em resinas não solúveis através da ação conjunta de temperatura e catalizadores. Acabamento aplicado em tecidos suscetíveis ao amarrotamento, efeito este indesejado. Como exemplo pode-se citar os tecidos empregados na confecção vestuário.

#### Acabamento “lave e use” ( wash and wear)

Objetiva tornar o substrato (tecido) constituído de algodão ou mistura destes com poliéster, permanentemente não amarrotáveis, facilitando e tornando praticamente desnecessário o “alisamento” através de ferro de passar ou prensa, após a lavagem doméstica.

O método de aplicação dos insumos segue analogamente ao de anti-ruga.

Acabamento para conservação (anti-microorganismo)

Consegue-se evitar o desenvolvimento de fungos, bem como a deterioração biológica do substrato, principalmente os constituídos de celulose, através do emprego de agentes anti-mofo e anti-apodrecimento. O método de aplicação é simples, constituindo-se de foudardagem e secagem. Empregam-se agentes não iônicos e atóxicos para tecidos empregados para fins de vestuário e, produtos catiônicos e tóxicos (à base de mercúrio) em substratos que não terão contato com a pele humana. Na proteção contra traça e coleópteros, dos substratos constituídos de lã, são utilizados insumos que podem ser adicionados ao banho de tingimento antes da adição de ácido ou em tratamento posterior.

Acabamento anti-esgarçamento:

Tecidos que apresentam coesão deficitária entre urdume, trama tendem a esgarçarem e se deformar, isto ocorre em artigos leves constituídos de algodão, viscose,

acetato e triacetato em tecidos exclusivamente constituídos de filamentos sintéticos.

Empregam-se insumos que fazem a encolagem de fios

Acabamento scotch-gard (repelência ao óleo)

Segue seqüência análoga ao acabamento repelente a água.

Acabamento anti-pilling

Visa evitar a formação de “bolinhas” na superfície do substrato. A formação do pilling se dá devido a existência de fibra saliente na superfície do fio que compõe o tecido. Logo verifica-se que o pilling se forma tanto em tecidos de algodão como em tecidos compostos de fibras artificiais e sintéticas. Estas “bolinhas” trazem aspecto desagradável ao tecido daí a necessidade de evitá-las.

A incidência de pilling deve-se aos seguintes fatores:

- a) Comprimento das fibras – quanto maior o comprimento maior a incidência
- b) Torção dos fios – quanto menor torção, maior incidência.

c) Resistência intrínseca da fibra – quanto maior a resistência maior a incidência.

Logo, os insumos procuram evitar a formação de fibras salientes.

#### Acabamento anti-estático

Visa eliminar a eletricidade estática produzida pela fricção do substrato contra uma superfície qualquer. Os insumos empregados diminuem o coeficiente de atrito, conseqüentemente diminuindo a formação de eletricidade estática.

#### Acabamentos físicos

##### Pré-encolhimento (sanforização)

Acabamento empregado para evitar o encolhimento do substrato (tecido) na lavagem doméstica. Este efeito é obtido com o prévio encolhimento em máquinas compressivas que podem empregar mantas de borracha ou lã (sanforizadeira).

Esquema localizado de uma linha de pré-encolhimento compressivo com manta de lã:

O tecido ( 1 ), inicialmente é pulverizado com água, em seguida é conduzido por uma manta “sem-fim” de lã ( 2 ) sobre um rolete de alimentação ( 3 ), de modo que a superfície exterior fique tensionada e a interior comprimida. Acima da manta e do rolete de alimentação estão adaptadas sapatas de aço ( 4 ), que se encontram aquecidas. O rolete alimentador e a manta ficam presas firmemente contra um tambor grande diâmetro ( 5 ) o qual também se encontra aquecido. No ponto de tangência a do rolete alimentador e o tambor, a direção de curvatura da manta inverte-se, de modo que a superfície exterior (que se encontrava tensionada), passa a ser inferior (contraída desta maneira comprimindo o tecido fazendo-o encolher, o substrato ao secar, devido ao contato com o tambor aquecido, tem seu pré-encolhimento fixado. Admite-se um encolhimento residual, após o pré-encolhimento compressivo, de no máximo 1%.

#### Prensagem permanente (permanent-press)

Neste acabamento empregam-se resinas que serão curadas durante a “prensagem” (a quente do substrato); emprega-se este acabamento em confeccionados para fornecer-lhes estabilidade dimensional, forma e vinco permanentes mais perfeitos do que os obtidos nos processos convencionais. Inicialmente frouluda-se o substrato (tecido) num banho a T.A. contendo resina reativa pré-condensadas que devem apresentar boa solidez a lavagem mais umectante não iônico mais cloreto de magnésio (catalizador). Sendo que o pick-up deve ser 75%. Em seguida realiza-se uma secagem e ressecarem a 80 a 90 °C, finalizando o substrato pode ser polimerizado através de 2 métodos:

a) método pré-cure: neste método o substrato resinado recebe polimerização a 160 °C durante 4 min., seguindo lavagem a 40 °C com detergente e álcali, finalizando-se com secagem entre 80 a 90 °C. realiza-se o corte e costura dos confeccionados, prensa os mesmos para obtenção dos vincos (durante 20 Seg. a 190 °C e 1Kgf / cm<sup>2</sup> de pressão) numa prensa industrial.

b) Método post-cure: após foulardagem e secagem, corta-se e costura-se o confeccionado, prensa os vincos (durante 20 Seg. a 150 °C e 0,5 Kgf / cm<sup>2</sup> de pressão) numa prensa industrial finalizando-se o método com uma polimerização a 170 °C durante 17 min..

Calandragem:

Através da aplicação de amaciantes e insumos específicos seguidos de secagem e calandragem obtém-se efeitos de brilho e flexibilidade impares.

Efeitos permanentes de calandragem

Utilizam-se resina sintéticos pré condensadas que juntamente com outros insumos são aplicados por foulardagem. Em seguida procede-se a secagem entre 80 a 90 °C fazendo que haja umidade residual de 7 a 18 % no substrato; arrefece-se o mesmo e calandra-se com 1 a 3 passagens. Variando a pressão entre os cilindros na faixa de 80 a 150 Kgf/cm<sup>2</sup>, e procede-se a polimerização da resina a 105 °C durante 5 minutos.

## Calandras

As calandras podem possuir dois ou mais rolos, sendo que geralmente existe um rolo liso de aço, normalmente sujeito a aquecimento, e ou mais rolos com revestimento elástico de fibras de algodão ou papel. De acordo com a temperatura do rolo de aço, da pressão, n.º de passagem e da velocidade, pode-se variar o efeito de brilho e flexibilidade. De maneira análoga, passando-se um tecido apenas por dois rolos (um de aço polido que apresenta aquecimento e maior velocidade em relação a um segundo revestido de papel) resultará num grande grau de fricção do tecido, gerando brilho intenso unilateral, que pode ser elevado através de 2 ou mais passagens e elevando-se gradativamente a pressão e a fricção. Este método de calandragem recebe o nome de Chintz. O brilho unilateral intenso também pode ser obtido com um cilindro de aço gravado com sulcos – Calandra Schreiner – ou com gravação em alto relevo – calandragem embossing ou gofragem. Obtém-se um brilho discreto, toque macio e estrutura mais compacta, através de calandragem simultânea de cinco camadas sobrepostas (de tecido) em calandras de 5 a 7 rolos, este método leva o nome de calandra Chaising. Para tecidos muito “duros”, que apresentam pouca flexibilidade empregam-se calandras com 3 cilindros sendo 2 revestidos e um de aço. Este tipo de calandra é empregada em tecidos constituídos de seda e também para maior parte dos tecidos estampados, pois neste caso o excesso de resina, engomantes e pigmentação são distribuídos mais regularmente no substrato através da passagem pelos cilindros revestidos, obtendo-se um tecido flexível e brilhante.

## Calandragem de tecido de malha

Os tecidos de malha recebem para que obtenham maior brilho e para fixação de suas dimensões. Ocorre que a calandra para malhas difere da empregada para tecidos de cala; constitui-se basicamente de cilindros de aço aquecidos e uma manta de feltro, através da compressão e fricção do tecido entre os dois órgãos, isto torna-se mais brilhante devido a reflexão mais ordenada e dirigida da luz que incide sobre a superfície mais regularizada.

Esquema da Calandra para acabamento de malhas tubulares:

- 1 – Tecido não calandrado
- 2 – Sistema de abertura
- 3 – Cilindros de aço aquecidos
- 4 – Manta de feltro
- 5 – Tecido calandrado

Flanelagem, lixagem e escovagem

Basicamente estas três operações visam criar uma superfície fibrosa no substrato à fim de melhorar o toque e a propriedade de isolamento térmico.

Flanelagem: Na flanelagem obtém-se a superfície fibrosa empregando cilindros recobertos por “guarnições de aço” que repuxam formando uma base felpuda.

Lixagem: Na lixagem obtém-se uma superfície fibrosa de menor altura em relação à flanelagem. Para obtenção deste efeito empregam-se cilindros recobertos por lixas que

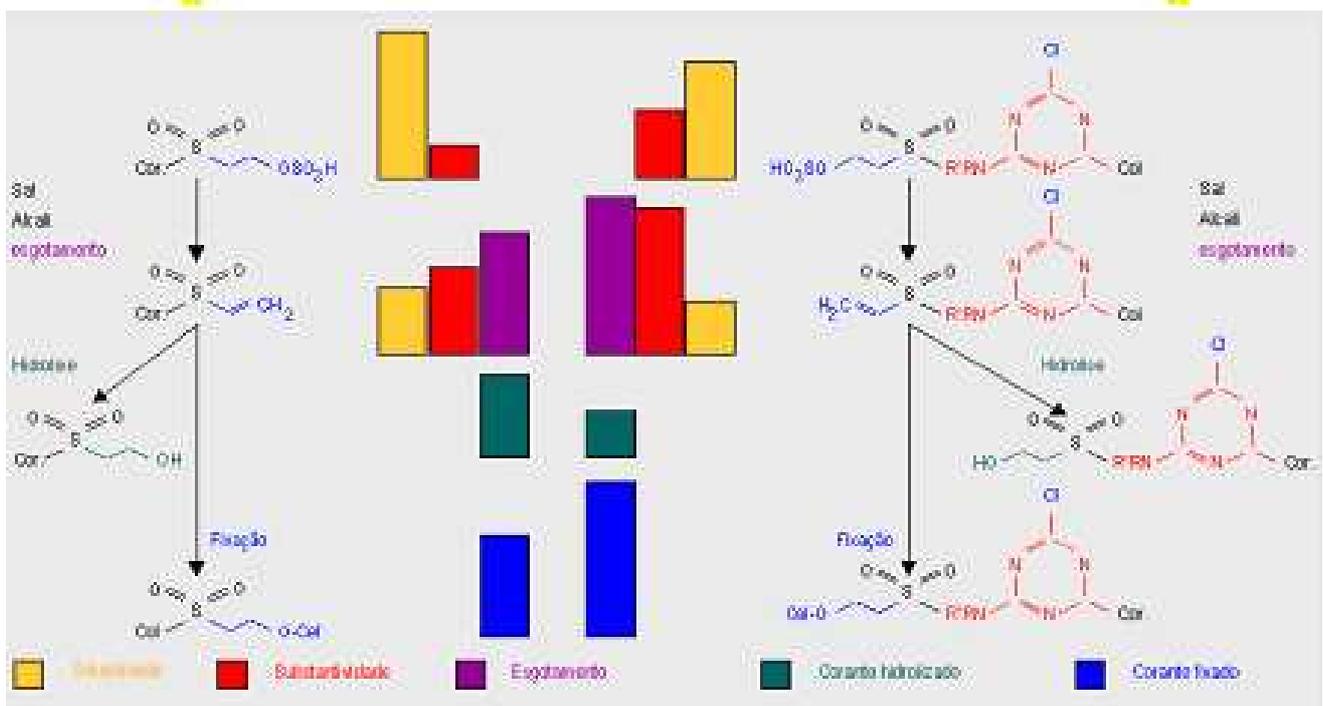
fazem abrasão do tecidos.

Escovagem: Na escovagem obtém-se superfície fibrosa através do escovamento do tecido com escovas.

Reações Químicas

VS x Bifuncionais MCT / VS

[ Corantes Drimaren CL ]



## **Origem e Evolução da Indústria Têxtil no Mundo**

### A Fiação e Tecelagem na Antiguidade

Uma das mais antigas formas de trabalho humano é a fiação e tecelagem sendo que a evolução da técnica da produção de tecidos liga-se fundamentalmente à evolução das sociedades. A grandiosidade e exuberância da tecelagem que se vê, por exemplo, no Antigo Egito, pode parecer difícil de entender dada a simplicidade dos instrumentos que se utilizava. No entanto, o tear antigo, manual, já continha, primitivamente, estágios das técnicas que as máquinas automáticas de nossos dias utilizam. O chamado "tear de Circe" e o "tear de Penélope" conhecidos das antigas pinturas gregas, nos dão uma idéia da utilização da tecelagem nos tempos da guerra de Tróia.

### A Matéria Prima

Por outro lado, a obtenção da matéria prima e sua produção era de grande dificuldade. Na Antiguidade já se nota, porém, variada cultura de fibras, ressaltando entre elas o linho e o algodão, no campo vegetal, e a seda e a lã, no campo animal. A cultura do linho desenvolveu-se nas costas da Suécia, ao mesmo tempo, nas margens do Nilo, no Egito Antigo. O algodão, segundo Heródoto, veio da Índia. A seda surgiu na China, na época do Imperador Huang-ti, mil anos antes de Moisés. Aristóteles menciona a seda, mas sua obtenção constituiu segredo até o século XVI, ocasião que foi introduzida na Europa a técnica de sua fabricação, graças ao contrabando de monges jesuítas. Finalmente, a lã veio das estepes da Ásia Central e chegou até a Inglaterra.

## Os Cercamentos ou "Enclosures"

Refletindo profundas mudanças na estrutura da sociedade inglesa, com a transformação da propriedade agrícola em empresa manejada segundo os critérios do lucro, em certas regiões da Inglaterra desde o final do século XV, os "cercamentos" tiveram nos séculos XVI e XVII um outro caráter suplementar, isto é, a substituição do cultivo de cereais pela criação de ovelhas, dada a maior rentabilidade desta última atividade, em função da alta dos preços da lã no mercado internacional. No período mercantilista, durante o sistema corporativo, inicia-se o processo de concentração industrial na tecelagem com as fábricas de Abbeville e as célebres manufaturas de Gobbelin. O rápido desenvolvimento da tecelagem exige métodos mais modernos, o que induz à chamada Revolução Industrial.

## A Revolução Industrial

A Revolução Industrial, ou com mais propriedade, a Revolução Industrial Inglesa, que realizando melhor que os outros países, da área central da economia-mundo, a acumulação primitiva de capitais, pôde criar condições para a introdução contínua de inovações técnicas e da forma fabril de produção. O caráter verdadeiramente revolucionário desse processo, que levou o homem a tornar-se independente das forças da natureza, para realizar suas tarefas produtivas, localiza-se na força motriz. Até então, qualquer mecanismo tinha sua propulsão dependente ou da força humana e dos animais, ou das forças naturais, ventos e rios; tal situação mudou radicalmente com a introdução da máquina a vapor por James Watt. Embora conhecido desde a Antiguidade como fonte de energia, o vapor de água nunca fora utilizado prática e economicamente. Sua adoção como fonte de força motriz tornou a fábrica uma realidade palpável.

## Efeitos na Indústria Têxtil

O primeiro ramo da indústria a ser mecanizado foi a manufatura de teares, por volta de 1767 (Hargreaves). Em 1767, Arkwright inventou o tear hidráulico, permitindo grande produção de fios, o que provocou um desequilíbrio em razão do pouco número de tecelões para dar vazão à produção. Foi Cartwright quem solucionou o problema construindo o tear mecânico, que se popularizou a partir de 1820, permitindo o aparecimento de modernas fábricas de tecidos. Originalmente o tear de Cartwright era movido por bois, logo utilizando a força motriz, invenção demandada pela tecelagem.

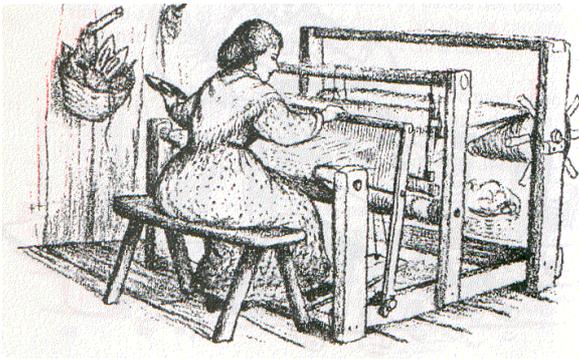
## Origem e Evolução da Indústria Têxtil no Brasil

### Primórdios: escassez

Na carta de Pero Vaz Caminha há referência às roupas utilizadas (charpas) e feitas "com um pano não sei de que" com os quais as mães índias seguravam seus filhos ao colo. José de Anchieta nos dá notícia da utilização do algodão na confecção de tangas, além de fitas, charpas e redes. O viajante Jean de Lery descreve o processo de fabricação de redes entre os indígenas. Com o colono português entram no Brasil o descaroçador, a roca e o tear manual, com os quais se faziam panos de algodão, predominantemente para o consumo interno. A excelência do algodão do norte do Brasil e a importância da produção de tecidos de forma doméstica, levou a Metrópole a fomentar e organizar bases mais amplas para a expansão desta atividade. Em 1750, Portugal providenciou a vinda, ao Pará, de tecelões e pintores com o fim de estabelecer manufaturas de chitas. A escassez de tecidos era tamanha, segundo Taunay, que os religiosos se vestiam com os farrapos das velas rôtas dos navios e obtidas, por esmola, dos navegantes que aportavam no litoral de São Vicente.

## Técnica

O tear inicialmente utilizado no Brasil era de origem indígena. O tear, em Minas Gerais, segundo Daniel de Carvalho, era todo de madeira e constava de carretilhas, pés direitos, formando grade e o órgão (rolo de linha), fazendo-se toalhas, cobertores, riscados e até tecidos de fantasias. A fiação era feita com roca ou roda de fiar. A operação de tingimento era feita com tintas vegetais da flora local: anil, aroeira, pacaú, baraúna, caporosa, pereira e outras. Obtinha-se a tinta com o cozimento de cascas, raízes ou folhas, conforme o caso. Um tacho de cobre era o bastante como equipamento.



## Leis

O famoso alvará de 1785, que proibiu a existência de fábricas na Colônia e mandando fechar as existentes, exceto as de panos grosseiros, para enfiamento, roupa de escravos e empacotamento, teve como efeito impedir a evolução da atividade e atrasou, realmente, a implantação da indústria têxtil no país. A revogação do alvará, com D. João VI, e os estímulos criados com privilégios e subsídios às manufaturas que necessitassem de auxílio, criaram condições para a atividade de tecelagem. Porém o tratado comercial com a Inglaterra, que conferia tarifa preferencial às importações inglesas, impediram o

florescimento da indústria. Somente em 1844, com a Lei Alves Branco, é que se abre perspectiva para a indústria nacional.

"Proibindo o luxo das escravas"

A sociedade escravista que se estruturou no Brasil tinha uma origem funcional, muito católica (em Portugal, no século XVII, tem um religioso para cada trinta e seis habitantes), nobiliarquica (onde a cortesia é fixada em lei), perdulária, não tem espírito de poupança, muita ostentação (no Brasil, até escravo gosta de luxo). É assim que deve ser compreendida a curiosa lei contida em carta régia de 20 de fevereiro de 1696, que ordenava: "que sendo-lhe presente o demasiado luxo de usado no vestuário as escravas do Estado do Brasil, e devendo evitar-se este excesso e o ruim exemplo que dele se pode seguir foi servido resolver que as escravas de todo o Estado do Brasil em nenhuma das capitâncias dele possam usar de vestido algum de seda, nem se sirvam das cambraias ou hollandas, com rendas ou sem elas, para nenhum uso, nem também de guarnição de ouro ou prata nos vestidos". Outro decreto, de 24 de maio de 1749, ordenava o traje permitido às diferentes classes sociais, "cores e condições". O capítulo XII proibia aos negros e mulatos de qualquer sexo, ainda que se achassem forros, bordados ou galões em suas roupas, sob pena de açoites e degredo para a ilha de São Tomé. No capítulo XII, comunicava a pena de degredo para Angola, aos que trouxessem roupa branca com franjas de ouro ou galões.

Origem e Evolução da Indústria Têxtil em Minas Gerais

Proibições

Em Minas Gerais, na época do auge da lavra nas minas, toda e qualquer atividade que não fosse a mineração era rigorosamente proibida. O fornecimento de tecidos era feito através de importação de outras regiões ou do exterior. Anteriormente ao alvará de 1785, o Marquês do Lavradio proibira a produção manufatureira na região das Minas Gerais, receio de que a Capitania pudesse se tornar independente das manufaturas do Reino. Assim, estas proibições foram uma estratégia para retardar a implantação de indústrias de vulto. Entretanto, os interditos não afetaram a atividade têxtil mineira, porque esta era pulverizada e dispersa, toda artesanal. Já no início do século dezenove a indústria têxtil doméstica estava em franca prosperidade, base econômica de aldeias e vilas inteiras. As exportações do "pano de Minas" se estendiam até o Rio Grande do Sul e mesmo em Buenos Aires. Porém, o produto estrangeiro era um forte concorrente à produção local de tecidos mais finos, que circulava com mais intensidade a partir do desenvolvimento dos transportes entre Minas e Rio de Janeiro.

#### Primórdios

Registram-se tentativas de montagem de fábricas. Um mestre fabricante de tecidos mandado por D.João VI, instalou na própria residência do Governador de Minas, um tear para servir de modelo. Já em 1831, na reunião do Conselho Geral da Província os membros apareceram patrioticamente vestidos com panos feitos em Minas. Em 1837, organiza-se a Companhia Industrial Mineira, para uso de máquinas de fiar e tecer e que, em 1839, trabalhou em Neves, então distrito de Sabará, com três máquinas de "aprontar algodão", vinte e oito fusos para fio grosso e seis teares. No Cipó instalou-se outra unidade que, em 1837, pareceu à presidência da província "digna de proteção".

## A Cana do Reino

O primeiro estabelecimento, equipado com modernas máquinas de fiar e tecer, importados da Inglaterra, criado em Minas Gerais, foi a Cana do Reino. Fundada em 1848 no município da Conceição do Serro, por dois ingleses, Pigot e Cumberland, "estava equipada com dois fiatórios, um com duzentos e quarenta fusos e outro com sessenta, de uma carda, três cabeças de puxadores, cinco descaroçadores, uma urdideira, um tear mecânico, um caneleiro, três máquinas de tornear furo e uma de furar" (Francisco Iglésias). Um motor de dez cavalos de força acionava a fábrica minúscula, um embrião da indústria têxtil que viria se implantar. O empreendimento teve ajuda governamental. No intuito de estimulá-lo, o governo concedeu um empréstimo de vinte contos em 1851. Em 1874, a Cana do Reino foi liquidada. Os equipamentos tinham se tornado ociosos, além da dificuldade com mão de obra qualificada, foram seus maiores problemas.

## A Fábrica do Cedro

Superados os tempos de interdições e atraso, a fiação e tecelagem seria o setor industrial que mais cresceria durante o século XIX, e o mais expressivo até a década de 1920. A moderna indústria têxtil surgiria em Minas Gerais no início da década de 1870, com a instalação da Fábrica do Cedro. Situava-se em Tabuleiro Grande, município de Sete Lagoas. Criada em 1868 pelos irmãos Bernardo, Caetano e Antônio Cândido Mascarenhas, era para ser inicialmente localizada em Juiz de Fora. Com investimento inicial de sessenta contos de réis, a fábrica entrou em produção em 1872, com vinte e quatro teares, elevado rapidamente, em 1882, para quarenta teares.

## A expansão

Já em 1874 o número de fábricas na Província de Minas Gerais ascendia a nove. Incentivando-as, o governo expediu ordens de que as repartições públicas, no uso de vestuário de presos e praças, dessem preferência aos tecidos das fábricas mineiras. Em 1883 a produção diária é de 12 mil metros, empregando setecentos operários. Mais de 25% das unidades existentes utilizavam energia elétrica e se situavam em centros urbanos. Esse é o período da substituição do trabalho escravo pelo trabalho assalariado, do desenvolvimento do mercado, da rápida expansão das estradas de ferro, do desenvolvimento gestado pela cultura do café e da aparição das primeiras indústrias. Esse período precede e cria as condições necessárias à industrialização em Minas Gerais.

#### O início do século XX - A "Valorização"

No início de fevereiro de 1906, os grandes negociantes de café, reunidos em Taubaté (SP), definiram os fundamentos de uma nova política de defesa do café. Era o início da "valorização", cujos principais objetivos eram a compra dos excedentes pelo governo para restabelecer o equilíbrio entre a oferta e a demanda, e o financiamento dessas compras por empréstimos de bancos estrangeiros. Na medida em que assegurou a continuação da acumulação de capitais na economia cafeeira, que era o núcleo do desenvolvimento capitalista em Minas e no Brasil, a "valorização" tem como resultado principal o prosseguimento do desenvolvimento que penetra em todos os setores da economia brasileira: comércio, importação e exportação, o açúcar e a indústria. Com a ocorrência da Primeira Guerra Mundial operam-se significativas mudanças sociais que alteram a estrutura da sociedade brasileira: o surgimento no cenário nacional de novas classes sociais - burguesia e proletariado; a ascensão das camadas médias; o início das reivindicações operárias e da luta social; o processo de urbanização; o início do processo de

emancipação feminina. Para o setor industrial têxtil as mudanças são significativas: em 1915, a conjuntura da guerra permite exportar duas toneladas de tecidos de algodão. Em 1918 são cento e treze toneladas. Em Minas Gerais, desde 1915, se criara o Serviço do Algodão, orientado não só para o campo da experimentação e controle das sementes, mas também para o aprimoramento da tecnologia de fibras, resultado da importância que a indústria têxtil assumia para a economia mineira. Em 1927, o estado exportava trezentas e trinta e três toneladas de algodão, para atingir a marca de trinta e seis mil toneladas em 1936, provando a importância econômica do setor têxtil em Minas Gerais e o seu amadurecimento.