



## **Introdução ao acabamento têxtil** **Wellington Marques Rangel**

### **Objetivos**

Este texto foi escrito para auxiliar você a:

- reconhecer os processos de acabamento final em artigos têxteis.

### **Iniciando o estudo**

Neste texto didático, são objetos de estudo: a calandragem, o amaciamento, o encorpamento, o acabamento com resinas, os catalisadores para as resinas anti-ruga, os aditivos para acabamento anti-ruga, os acabamentos: em fibras sintéticas, hidrofugante, soil release, anti-microbiano, ignífugo e o bio-polimento.

### **1 Introdução**

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, etc. 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.

De maneira geral podemos dividir o acabamento final em: permanentes e não-permanentes (perdem o efeito após algumas lavagens).

## 1.1 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.

## 1.2 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 à superfície em comparação à rigidez original. Dessa forma esta característica é avaliada quase sempre manualmente.

Os amaciantes se classificam em:

- Graxos
- Emulsões de polietileno
- Silicones

### 1.2.1 Amaciantes Graxos

Se subdividem em aniônicos, não-iônicos e catiônicos.

Os **aniônicos** são os mais antigos amaciantes conhecidos para as fibras têxteis. São basicamente óleos e gorduras sulfonados ou sulfatados, ceras emulsionadas ou sabões e ácidos graxos condensados.

- Promovem um acabamento macio e flexível mas não são permanentes as lavagens.
- São muito indicados para materiais brancos por esgotamento pois são compatíveis com os alvejantes óticos.

Os **não-iônicos** são basicamente emulsões de ceras, ésteres de álcoois, e ácidos graxos dispersos em polióxidos de etileno.

- São muito usados em combinação com resinas, amido e outros produtos normais de acabamento.

Os **catiônicos** têm como principal característica a sua substantividade pelas fibras celulósicas, o que lhes confere uma durabilidade maior que os aniônicos e não-iônicos. No entanto, esses apresentam o inconveniente de precipitarem em presença de compostos aniônicos, formando um precipitado pegajoso. Uma outra característica negativa é o fato de amarelarem em altas temperaturas.

- Podem ser aplicados por esgotamento ou por impregnação, e até por pulverização.
- São em sua maioria, ésteres graxos aminados quaternizados, amidas graxas quaternizadas, imidazolinas e cloretos quaternários de bezil ou metil.

### 1.2.2 Emulsões de polietileno

São compostos muito importantes no acabamento têxtil, e podem ser aplicados tanto em fibras celulósicas quanto em sintéticas.

Propriedades conferidas ao substrato:

- Melhor resistência a abrasão;
- Solidez à lavagem;

- Não amarelamento dos brancos;
- Nenhuma alteração dos tintos;
- Redução da temperatura das agulhas na costura.

### 1.2.3 Silicones

- São polímeros derivados dos silanos (cadeias de silício) que se oxidam facilmente formando os polissiloxanos.
- Os compostos mais importantes são os: dimetil-polissiloxanos e metil-hidrogênio-poli-siloxano.
- O dimetil-polissiloxano possui características lubrificantes e proporciona toques sedosos e macios.
- O metil-hidrogênio-poli-siloxano aumenta a solidez e repele a água.
- Os produtos comerciais normalmente se apresentam como misturas de ambos visando proporcionar um melhor toque combinado com boa solidez.
- Existem também elastômeros de silicone, compostos de alto peso molecular com grupos funcionais terminais. São apresentados na forma de pré-polímeros e podem ser polimerizados após a aplicação através do uso de um aditivo e um catalisador.

#### Propriedades dos amaciantes de silicone:

- Melhoram a recuperação a dobra;
- Toques macios e sedosos;
- Ótimo caimento;
- Melhoram a elasticidade das malhas;
- Facilitam a costura;
- São sólidos às lavagens caseiras e a limpeza à seco;
- Bons efeitos wash and wear.

### 1.2.4 Propriedades gerais dos amaciantes segundo seu caráter químico

Quadro 1 – Propriedades gerais dos amaciantes

<b>CARÁTER QUÍMICO</b>	<b>PROPRIEDADES GERAIS</b>	<b>POSSÍVEIS INCONVENIENTES</b>
Não - iônico	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nenhum efeito sobre o tom dos corantes</li><li>• Resistem ao amarelamento</li><li>• Compatíveis com todos os auxiliares</li><li>• Não absorvem o cloro</li><li>• Auxiliam a costura</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Afetam a resistência a abrasão;</li><li>• Podem forçar o sangramento de tintos dispersos;</li><li>• Não são substantivos e quando aplicados por esgotamento não se fixam e são arrastados posteriormente na soltura do banho.</li></ul>
Catiônico	<ul style="list-style-type: none"><li>• Toque muito suave;</li><li>• Boa resistência a abrasão;</li><li>• Esgotam o banho;</li><li>• Sólidos à lavagem;</li><li>• Melhora a propriedade antiestática sobre sintéticos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Incompatíveis com aniônicos</li><li>• Podem provocar o amarelamento;</li><li>• Podem reduzir a solidez de alguns corantes diretos.</li></ul>
Aniônico	<ul style="list-style-type: none"><li>• Quando fabricados com óleos sulfonados dá toque macio;</li><li>• Sebo sulfonado com toque cheio e ceroso;</li><li>• Ésteres graxos sulfonados dá toque macio e ceroso;</li><li>• Boa lubrificação.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Não esgotam;</li><li>• Incompatíveis com catiônicos;</li><li>• Sensíveis ao pH ácido;</li><li>• Não são substantivos.</li></ul>

Fonte: Adaptado de Melo e Castro; Araújo, 2004.

### 1.3 Encorpamento

É uma operação mais utilizada em tecidos planos, visando aumentar sua rigidez e gramatura. Tem por finalidade facilitar as operações de confecção proporcionando rigidez nos casos onde o tecido tenha perdido o “corpo” nas operações de beneficiamento. O limite máximo deste acabamento aparece no processo de obtenção de entretelas.

Os encorpantes são basicamente compostos de alto peso molecular que formam filmes rígidos na superfície da fibra. São os principais exemplos:

- Amido;
- Acetato de polivinila;
- Acrilatos;
- Álcool polivinílico.

**Amidos** – Proporcionam toques rígidos e empapelados e possuem pouca solidez na lavagem. Formam filmes opacos, prejudicando a vivacidade das cores dos tecidos tintos e estampados.

**Acetato de polivinila** – Toques rígidos e empapelados, com regular solidez a lavagem. Formam filmes opacos e sensíveis à temperatura, amarelando se submetidos à temperatura de polimerização das resinas anti-ruga.

**Acrilatos** – Toques rígidos e empapelados com boa solidez a lavagem. Formam filmes transparentes e alguns tipos melhoram a recuperação à dobra.

**Álcool polivinílico** – Toques rígidos e empapelados com regular solidez a lavagem. Formam filmes transparentes e sem sensibilidade a alta temperatura. Junto com as resinas anti-ruga é insolubilizado tornando-se sólido as lavagens. Os indicados para acabamento final são os totalmente hidrolisados, que possuem mais solidez a lavagem. Os parcialmente hidrolisados são indicados para a engomagem de fios de remoção muito fácil (lavagem com água morna).

#### 1.4 Acabamentos com Resinas

As resinas são utilizadas no acabamento anti-ruga dos tecidos celulósicos. Foram desenvolvidas visando conferir a estes tecidos uma certa resistência à formação de rugas, semelhante às fibras sintéticas. Se subdividem em 3 grandes grupos:

- Reativas;
- Mistas;

- Reactantes.

### **Resinas Reativas**

São compostos que reagem preferencialmente entre si. Nesta classe se encontram as resinas de dimetilol uréia (DMU) e a dimetoximetil uréia (DMUME) que são mais conhecidas como resinas uréia-formol.

São altamente reativas, reagem preferencialmente entre si formando condensados (polímeros) de alto peso molecular. Promovem bons efeitos de recuperação à dobra, estabilidade dimensional e toques rígidos e ásperos. Resistem a lavagem até 60°C e tem boa resistência à limpeza a seco.

Tem como desvantagens: a fraca estabilidade na presença de catalisadores, alta retenção de cloro e afetam a solidez à luz de alguns corantes diretos e reativos. A DMUME é mais estável e apresenta filmes mais macios.

### **Resinas Mistas**

São compostos que reagem entre si e com a celulose. Nesta classe se encontram as melaminas.

Estas resinas de melamina formol tem pouca estabilidade em meio aquoso e podem reagir entre si. Para torná-las estáveis, reage-se com um álcool, normalmente o metanol. Quanto maior for o grau de eterificação (com o metanol) maior a estabilidade, assim se consegue balancear a tendência da resina reagir consigo mesma ou com a celulose.

Apresentam filmes encorpados e mais macios que a DMU. Possui resistência à lavagem a ferver, retem pouco cloro, apresentam bom grau de recuperação a dobra e muito boa estabilidade dimensional. São atualmente largamente utilizadas nos acabamentos anti-ruga.

### **Resinas Reactantes**

São resinas que preferencialmente reagem com a celulose. Nesta classe se encontram as resinas:

- Dimetilol etileno uréia (DNPU)

- Dimetilol propileno uréia
- Dimetoxi metil uron
- Dimetilol Carbamatos
- Dimetilol dihidróxi etileno uréia

### **Resinas dimetilol etileno uréia (DNPU)**

São produtos altamente reativos com a celulose, apresentam banhos muito estáveis e reagem a temperaturas relativamente baixas. Apresentam bons resultados de recuperação a dobra, estabilidade dimensional e resistência às lavagens a fervura.

Como desvantagens, possuem tendência a hidrólise nos tecidos acabados durante a estocagem, afetam a solidez à luz dos corantes diretos e reativos. A inclusão de pequenas quantidades de melanina no banho melhora sensivelmente estas desvantagens.

### **Resinas dimetilol propileno uréia**

Sua característica principal é o fato de não reter cloro. Sendo assim as mais indicadas para artigos brancos, principalmente para entretelas permanentes e tecidos brancos para hospitais.

Como vantagens, apresentam boas propriedades de recuperação à dobra, estabilidade dimensional e solidez à lavagem a quente.

Como desvantagens, apresentam certo grau de sensibilidade às hidrólises e afetam a solidez da luz dos corantes diretos e reativos. Seu uso é limitado pois apresentam preços elevados.

### **Resinas dimetoxi metil uron**

Comparadas com a DMEU ou DMPU são as mais resistentes à hidrólise. Como desvantagens, apresentam dificuldades na remoção dos resíduos de uréia e estão sujeitas a reter cloro.

## Resinas dimetilol dihidróxi etileno uréia

São conhecidas popularmente como glioxálicas. São consideradas as melhores dentre todas as reactantes e tem como vantagens:

- Não produzem alterações na solidez à luz dos corantes diretos e Reativos;
- São altamente resistentes à hidrólise.

É de todas a mais indicada para os processos de acabamento “wash and wear” em tecidos tintos e acabamentos de alta qualidade para camisaria.

Os tecidos impregnados com esta resina podem ser estocados por prolongado tempo antes da cura.

Quadro 2 – Formulações típicas para tratamento “wash-and-wear”

COMPONENTES	MISTURAS DE FIBRAS		
	100% ALGODÃO	65/35 PES/CO	55/45 ACRÍLICO / CELULOSE REGENERADA
Retenção de solução no Foulard (pick-up)	65%	45%	65%
Dimetiloldhidróxi etiluréia (40% sólidos)	15 - 17%	20 - 25%	30 - 35%
Cristais de nitrato de zinco	1,2 - 1,4%	1,5 - 2,0%	2,2 - 2,8%
Amaciante de polietileno	1,0 - 2,0%	2,0 - 3,0%	2,0 - 3,0%
Amaciante - lubrificante	0 - 1,0%	2,0 - 3,0%	3,0 - 4,0%
Enrijecedor acrílico	0 - 2,0%	0 - 2,0%	0 - 3,0%
Umectante não-iônico	0,25%	0,25%	0,25%

Fonte: Adaptado de Melo e Castro; Araújo, 2004.

### 1.5 Catalisadores para as Resinas Antirruga

As resinas empregadas nos acabamentos permanentes apresentam-se normalmente na forma de pré-condensados e são aplicadas, em geral, por impregnação em conjunto com catalisadores.

A reação de polimerização é regulada pela temperatura e pH ácido, e os catalisadores tem a função de acelerar a reação.

Estes catalisadores são da maior importância para a obtenção dos efeitos da resina no acabamento e deverão ser analisados os seguintes aspectos na escolha do produto adequado:

- Tipo e reatividade do agente reticulante;
- Tipo de fibra;
- Condições de cura (polimerização);
- Propriedades requeridas pelo material acabado;
- Efeito na brancura ou mudança na tonalidade dos tintos.

Os catalisadores mais empregados são:

- Sais de amônia;
- Sais metálicos;
- Catalisadores mistos.

### **Sais de amônia**

Limitam a estabilidade do banho, pois aumentam a acidez do banho fazendo reagir às resinas reativas antes mesmo da impregnação do tecido. Deve-se observar a quantidade utilizada pois os mesmos tendem a aumentar o odor de peixe.

Os nitratos não devem ser utilizados em tecidos tintos com corantes sensíveis a oxidação, pois mudam a tonalidade dos mesmos e diminuem a solidez à luz dos alvejantes óticos.

São recomendados para reações de polimerização a 130 – 140°C. E também para acabamentos em fibras de celulose regenerada e suas misturas com fibras sintéticas.

### **Sais metálicos**

Em contraste com os sais de amônia, estes garantem ótima estabilidade do banho de acabamento. São indicados para o acabamento de algodão e suas misturas com fibras sintéticas. Sua efetiva polimerização ocorre a altas temperaturas. Não afetam o grau de brancura e nem a solidez a luz dos

alvejantes óticos, com exceção do nitrato de zinco.

O sal mais empregado é o cloreto de magnésio. É recomendado para as resinas reactantes e melaminas em fibras de algodão e suas misturas.

O cloreto de zinco é o mais indicado para os acabamentos resinados em conjunto com silicones, visando repelência à água.

### Catalisadores Mistos

São misturas dos dois tipos de sais citados acima com ácidos orgânicos ou inorgânicos e sais tampões. O que permite a obtenção de curas mais efetivas e uniformes.

Quadro 3 – Tempo e temperatura de cura para diversos catalisadores.

CATALISADOR	TEMPERATURA DE CURA (°C)	TEMPO DE CURA (min.)
Cloreto de amônio	135	3,0
Fosfato de amônio	145	3,0
Cloreto de magnésio	165	3,5
Nitrato de zinco	155	3,0
Cloreto de zinco	160	3,5
Fosfato de magnésio di-básico	155	3,0

Fonte: Adaptado de Melo e Castro; Araújo, 2004.

### 1.6 Aditivos para Acabamento Antirrug

São produtos utilizados para corrigir as modificações que ocorrem na fibra. Estes compostos contrabalançam as perdas de resistência ao rasgão, abrasão e tração. Alguns são substâncias de baixo peso molecular, entretanto os demais são constituídos por dispersões ou soluções especiais de polímeros, geralmente aniônicos ou não-iônicos.

#### a) Dispersões de poliésteres acrílicos

São dispersões estáveis aos ácidos e aos álcalis, facilitando desse modo a

aplicação em quase todos os processos de reticulação.

Melhoram as perdas gerais de resistência e os ângulos de recuperação à dobra (a seco e a úmido).

### **b) Dispersões de polietileno**

Essas dispersões aumentam a resistência ao rasgo e a abrasão, pois diminuem consideravelmente a aspereza produzida pela reticulação, facilitando também as operações de costura dos tecidos acabados.

### **c) Dispersões de ésteres do ácido silícico**

Melhoram a resistência ao rasgo e à abrasão e proporcionam também um toque macio e sedoso.

### **d) Soluções de poliamida**

Melhoram o transporte de umidade e calor do artigo; e exercem uma influência razoável no ângulo de recuperação à dobra (úmido), na resistência à abrasão à úmido, atuando também como anti-estático.

## 1.7 Acabamentos em Fibras Sintéticas

As fibras sintéticas, diferente das celulósicas, já possuem boas propriedades quanto ao enrugamento e estabilidade dimensional, embora esta última seja obtida por meio de uma fixação (rama).

Na fixação se obtém o relaxamento das tensões internas dos polímeros, que foram produzidas no processo de fabricação. Essa operação pode ser obtida por meio de ar quente superaquecido (rama) ou vaporização.

Os principais acabamentos finais para tecidos sintéticos são: encorpamento, amaciamento, anti-pilling, anti-estático e anti-esgarçante.

Os dois primeiros já foram apresentados e para se obter os efeitos desejados basta selecionarmos os produtos que são indicados para as fibras em questão.

### **Acabamento antipilling**

Visa eliminar um efeito indesejável que apresenta nos fios de fibras cortadas. Devido a abrasão, algumas fibras se soltam dos fios e formam bolinhas que ficam presas a superfície do tecido.

Existem algumas dispersões à base de polipropionato de vinila ou dispersões aquosas de poliacrilato contendo grupos aniônicos e algumas à base de acrilatos, que aplicados com reticulantes, diminuem esta tendência.

### **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.

### **Acabamento antiesgarçante**

Este acabamento é utilizado em tecidos leves e constituídos por fios de filamentos contínuos, os quais, por possuírem uma superfície muito lisa tendem a formar deslizamentos internos na estrutura do tecido.

Para impedir conferimos uma certa aspereza ao filamento liso, em alguns casos com dispersões de ácido silícico.

## 1.8 Acabamento Hidrofugante (Hidrófobo)

Este acabamento visa obter tecidos capazes de repelir a água, no entanto, o seu resultado final depende muito dos processos que o tecido sofreu durante seu beneficiamento, pois existem vários produtos auxiliares que prejudicam este efeito.

As substâncias que mais provocam problemas são os tensoativos, que diminuem pronunciadamente o efeito em concentrações de apenas 0,005%. Devendo, portanto, ser completamente eliminados nos processos anteriores.

A estrutura do tecido também influencia no efeito obtido, tecidos com superfície muito lisa tem menor tendência a reter as gotas d'água, intensificando o contato e facilitando a molhagem.

A aplicação é feita em um único banho, contendo uma emulsão de parafina ou cera, substâncias capazes de precipitar na superfície do tecido e de penetrar parcialmente durante a secagem. Além desta emulsão o banho contém sais de alumínio ou zircônio, os quais produzem o efeito hidrofugante.

Os sais de alumínio não são resistentes à lavagem, ao contrário dos sais de zircônio.

As emulsões de parafina com zircônio oferecem as seguintes vantagens:

- Efeito hidrofugante muito maior;
- Resistência a lavagem e ao uso maiores;
- Mais apropriados na combinação de efeitos hidrofugantes com efeitos anti-ruga.

Uma outra classe de produtos utilizados são os silicones (polímeros de siloxano). Suas emulsões são utilizadas também em combinação com sais de zircônio e estanho. Os sais de zircônio otimizam o efeito hidrofugante, enquanto que, os sais de estanho favorecem a reticulação.

O efeito hidrofugante pode ainda ser melhorado se utilizarmos alguns reticulantes como as resinas de uréia-formaldeído.

No caso de necessitarmos reprocessar um artigo com este efeito,

devemos proceder inicialmente a sua remoção (desmontagem).

Existem substâncias hidrofugantes consideradas de efeito permanente, os quais são: o cloreto de estearamida metil piridina e a estearamida piridina. Esta última tem sua ótima permanência devido a sua capacidade de reagir com a celulose.

### 1.9 Acabamento Soil Release

Tem por finalidade facilitar a remoção de sujeiras dos tecidos, tornando a limpeza mais eficiente, mesmo em lavagens a baixa temperatura.

Estes produtos são capazes de criar um efeito superficial nos tecidos, diminuindo a tendência de adsorção das sujeiras. Tornando sua liberação espontânea na lavagem caseira.

As substâncias capazes de promover este acabamento se dividem em quatro grupos, aplicáveis a fibras distintas:

- Polímeros híbridos de polioxietileno e acrilatos contendo grupamentos perfluorados (celulósicas);
- Agentes de co-cristalização (aplica-se a tecidos de poliéster);
- Agentes soil release acrílicos (celulósicas);
- Tratamento cáustico do poliéster.

O efeito soil release deve ser o mais resistente possível à lavagem, portanto, recomenda-se uma combinação com reticulantes do tipo reactante.

A aplicação é feita em foulard, com secagem e condensação nas condições requeridas pelo reticulante.

Em artigos de decoração, cortinas, tapeçaria, estofamentos de automóveis, roupas militares, etc. é aplicado um acabamento de repelência mais pronunciada aos óleos e sujeiras; com hidrocarbonetos clorados e fluorados (Scotchgard – 3M). Devendo aplicá-lo em conjunto com produtos hidrofugantes para obtenção do efeito desejado.

## 2.0 Acabamento Anti-microbiano

Visa proteger os artigos têxteis da ação de fungos e bactérias. Os produtos utilizados normalmente exterminam ou inibem o desenvolvimento de microrganismos.

São basicamente produtos derivados de compostos fenólicos, sais orgânicos ou inorgânicos de metais pesados, compostos de formaldeído e compostos quaternários de amônia.

Podem ser aplicados por esgotamento ou por impregnação em quantidades de 2 a 5% spm.

Os quaternários de amônio são substantivos pela celulose, mas não são resistentes à lavagem.

## 2.1 Acabamento Ignífugo

Para que exista uma reação de combustão é necessário a combinação de 3 substâncias:

- Calor
- Comburente
- Combustível

Sem um destes fatores, a chama ou processo de combustão se extingue rapidamente.

O acabamento ignífugo ou anti-chama, visa tornar o tecido não inflamável ou de difícil inflamação, e os produtos utilizados são denominados ignífugos.

Existem diversas maneiras do composto ignífugo interromper a reação de combustão:

- Eliminação do calor ou resfriamento, que pode ser obtido com produtos que absorvam calor ou que o conduzam facilmente, difundindo-o e evitando sua concentração em um só ponto.

- Aumento da temperatura de combustão do tecido, tornando-o mais estável termicamente.
- Diminuição da temperatura de combustão, orientando a reação para a formação de compostos não inflamáveis (carbono ao invés de levoglucose) o que diminui o calor de combustão liberado.
- Fusão de sais metálicos com a superfície do tecido, recobrando-a com uma camada impermeável e assim obstruindo a entrada de oxigênio e absorvendo uma parte da energia resultante da combustão.
- Impregnação com produtos que no caso de decomposição térmica desprendem gases incombustíveis capazes de diluir o oxigênio tornando mais difícil a combustão.

Em todos estes casos acima citados os produtos para ignifugação possuem dois mecanismos de atuação: na fase sólida e na fase gasosa.

Os que atuam na fase sólida estão baseados em sulfatos, fosfatos e boratos, que com a ação do calor se decompõem em ácido sulfúrico, fosfórico e bórico, respectivamente.

Na fase gasosa temos os compostos halogenados, utilizados na ignifugação de materiais sintéticos, que por ação do calor se decompõem em radicais livres. Estes radicais se combinam com o oxigênio do ar, mediante reações complexas, inibindo assim a combustão.

## **2.1.1 Composição química e mecanismos de atuação dos agentes ignífugos**

### **a) Compostos de fósforo**

É ativo na fase sólida, catalisa a reação de combustão para uma desidratação, formando carbono e água, principalmente no caso de polímeros celulósicos. Dessa forma a reação de combustão da celulose ocorre à temperaturas mais baixas, diminuindo a formação de composto combustíveis.

A eficácia do efeito depende da quantidade de agente ignifugante presente. Em geral, os ignifugantes diminuem sua eficiência quando operam em

percentuais elevados.

### **b) Compostos halogenados**

Seu mecanismo se baseia no mecanismo de formação de íons  $\text{OH}^-$  e  $\text{H}^+$ , extremamente reativos, que são liberados pela chama a temperaturas elevadas. Podem ser utilizados em qualquer substrato têxtil.

Estes compostos atuam na fase gasosa captando os íons  $\text{H}^+$  e  $\text{OH}^-$  liberados, formando gases incombustíveis (hidrácidos halogenados) e detendo a combustão por asfixia.

### **c) Ação do nitrogênio**

Sua ação ignífuga se baseia em um efeito sinérgico com o fósforo.

### **d) Ação do antimônio**

Assim como o nitrogênio, não é efetivo sozinho, mas sim em conjunto com agentes halogenados, especialmente bromo e cloro.

Ex: Um tecido de poliéster que necessita de 17% de halogênio para ter um comportamento auto-extinguível. Após a adição de 1% de trióxido de antimônio, reduz sua necessidade para apenas 13% de halogênio. Se acrescentarmos 2% de trióxido de antimônio, podemos reduzir o halogênio para 9%.

Os efeitos ignífugos podem ser aplicados através das técnicas convencionais de acabamento, caso das fibras naturais. Ou aplicados por “enxerto” nas fibras artificiais, no caso da viscose, por exemplo, um derivado vinílico ou de fósforo pode ser adicionado ao xantato sódico de celulose anteriormente a sua fiação.

## **2.2 Bio-Polimento**

Este acabamento baseia-se no uso de enzimas (celulases), as quais são capazes de degradar apenas a celulose. Como no substrato existem áreas de

diferente acessibilidade, a enzima ataca primeiro as áreas mais livres, ou seja, as fibrilas externas aos fios a ao tecido e o pilling.

Controlando-se o tempo de aplicação da enzima, evita-se a degradação excessiva do tecido e elimina-se as fibrilas e o pilling. Transformando a aparência do substrato, e lhe devolvendo o brilho de um tecido novo.

Características do Bio-polimento:

- Perda de peso do substrato, proporcional ao tempo de Processo;
- Diminuição da espessura;
- Diminuição da resistência à tração;
- Aumento do alongamento à ruptura.

## Referências

CHOUHDURY, A. K. R. **Principles of Textile Finishing**. Woodhead Publishing, 2017.

HEYWOOD, D. **Textile Finishing**. Society of Dyers and Colourists, 2003.

MELO E CASTRO, E. M.; ARAÚJO, M. **Manual de engenharia têxtil**. Fundação Calouste Gulbenkian: Lisboa, 2004.

SCHINDLER, W. D.; HAUSER, P. J. **Chemical finishing of textiles**. Woodhead Publishing, 2004.

VIGO, T. L. **Textile processing and properties: preparation, dyeing, finishing and performance**. Elsevier, 2002.