



Eixo Tecnológico **Produção Industrial**

Acabamentos Especiais
Professor Wellington M. Rangel



O que é repelência?

- Habilidade de um tecido absorver ou não água;
- Ângulo de contato:
 - 0° - umectação perfeita;
 - Até 90° - Boa umectação;
 - Até 180° - Baixa umectação;
 - 180° - sem umectação.

- Tecidos superhidrofóbicos – ângulo de contato acima de 150° .






Fonte: Williams, 2018.

Hidrofugante

- Torna o tecido capaz de repelir a água, é aplicado em tecidos para guarda-chuva, jaquetas e agasalhos a prova de água;
- Pode permitir ou não a passagem do ar;
 - Water repellency x waterproof
- Possui diversos processos:
 - Emulsões de parafina com sais de alumínio ou zircônio
 - Emulsões de silicone com sais de estanho e zircônio
 - Resinas capazes de reagir com a celulose, que tornam o acabamento permanente

- O efeito não funciona na presença de resíduos de tenso ativos (0,005%);
- Aplica-se em único banho, emulsões de parafina ou cera em conjunto com sais de alumínio ou zircônio (responsáveis pelo efeito);
- Sais de zircônio formam efeitos mais sólidos a lavagem do que os sais de alumínio;

- 
- 
- Também pode ser utilizada uma emulsão de silicone em conjunto com sais de zircônio e estanho;
 - Neste caso os sais de estanho favorecem a reticulação do silicone;
 - No caso de reprocessos deve-se proceder primeiro a desmontagem do acabamento hidrofugante;
 - Existem ainda compostos capazes de reagir com a celulose, os quais são considerados permanentes.
- 



Dificuldades

- Distribuição uniforme do acamento;
- Importante retirar a pilosidade (chamuscagem);
- Residual de goma ou de tensoativos atrapalha o rendimento do processo;
- Em excesso aumentam a flamabilidade, o custo e provocam amarelamento.

Tabela 01: Resumo repelência x impermeabilização

Propriedade	Repelência	Impermeabilização
Condição dos poros formados pelo entrelaçamento do tecido	Abertos	Preenchidos
Permeabilidade a vapor	De alta a pobre	Negligenciável
Permeabilidade à água	Normalmente alta	Pobre
Penetração de água	Resistente à chuva, não absorve por capilaridade, penetração apenas com pressão hidrostática externa	Resistente mesmo em pressões hidrostáticas extremas

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

Impermeabilização

- Usa geralmente um processo de espatulagem;
- A cobertura é realizada com aplicação de um polímero de borracha (neoprene), PVC ou poliuretano;
- Bloqueio total dos poros é desejado;
- Utilizado em tecidos técnicos para uso industrial, ou uso externo.



O que é sujeira?

- São divididas em quatro grupos:
 - Materiais polares;
 - Materiais apolares;
 - Partículas secas;
 - Materiais compostos, com sujidades apolares adsorvidas em partículas;
- Adesão:
 - Mecânica
 - Forças eletrostáticas (principalmente em fibras sintéticas)
 - Redeposição durante a lavagem (pode ocorrer em poliamida e poliéster)

Soil-Release

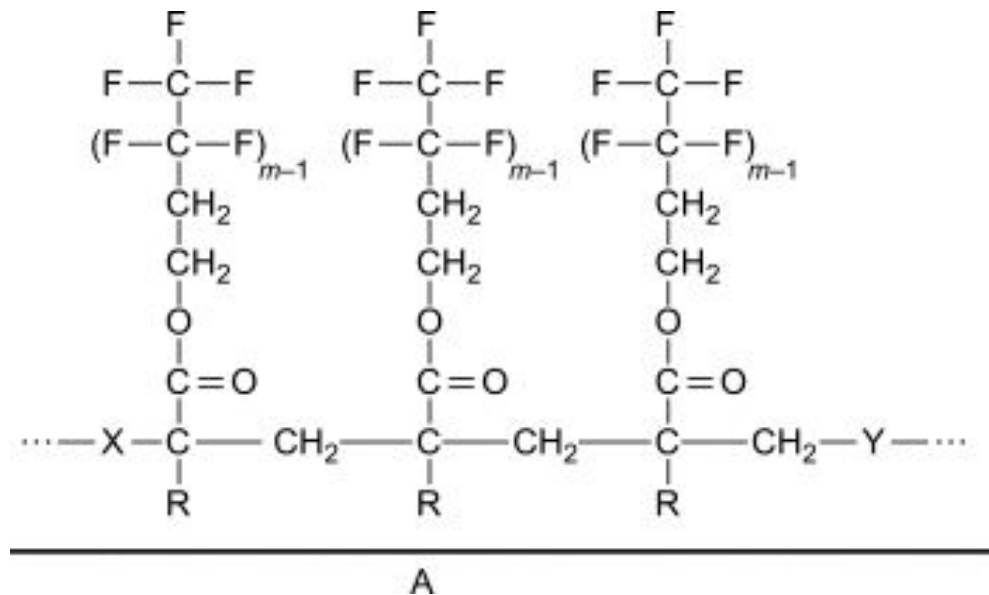
- Torna o substrato repelente aos óleos e sujidades, facilitando a limpeza dos mesmos.
- Estes produtos diminuem a tendência a adsorção das sujeiras pelos tecidos.
- Este efeito deve ser o mais sólido a lavagem possível, para isso aplicamos este efeito junto com reticulantes do tipo reactante.
- Muito utilizado em artigos para decoração, cortinas, estofamentos, roupas militares, etc...
- Compostos utilizados: fluorcarbonos (Teflon, Oleophobol, Scotchgard, StainSmart, etc.)

- O uso de silicones atrapalha no rendimento da repelência a óleos dos fluorcarbonos. Seu uso deve ser evitado;
- Dificuldades:
 - Alto custo;
 - Alteração de cor na lavagem doméstica;
 - Aerosóis potencialmente perigosos;
 - Dificuldades no tratamento de efluentes;
 - Não pode ser aplicado por esgotamento (existem exceções);
- Vantagens:
 - Princípio ativo forte (< 1% spm);
 - Redução do tempo de secagem;
 - Limpeza de manchas durante a lavagem caseira;
 - Resistência a manchas em poliamida (carpetes).

- Repelentes de ação dupla:

- Tecnologia atual;
- Desenvolve repelência a seco e remoção de manchas a úmido (lavagem doméstica);
- Co-polímeros contendo grupamentos hidrofóbicos e hidrofílicos.

Figura 01: Estrutura química dos fluorcarbonos na superfície das fibras



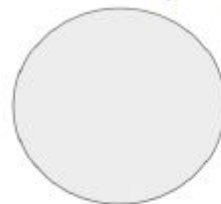
Fonte: Williams, 2018

Avaliação do efeito



Fonte: en.brancaidealair.it

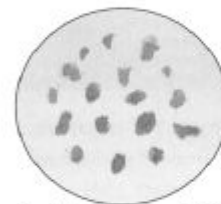
Spray Test – AATCC 22



100 - Sem traços de umectação da superfície superior.



90 - Pequenos traços ocasionais de umectação da superfície superior.



80 - Umectação da superfície superior nos pontos de spray.



70 - Umectação parcial do total da superfície superior.



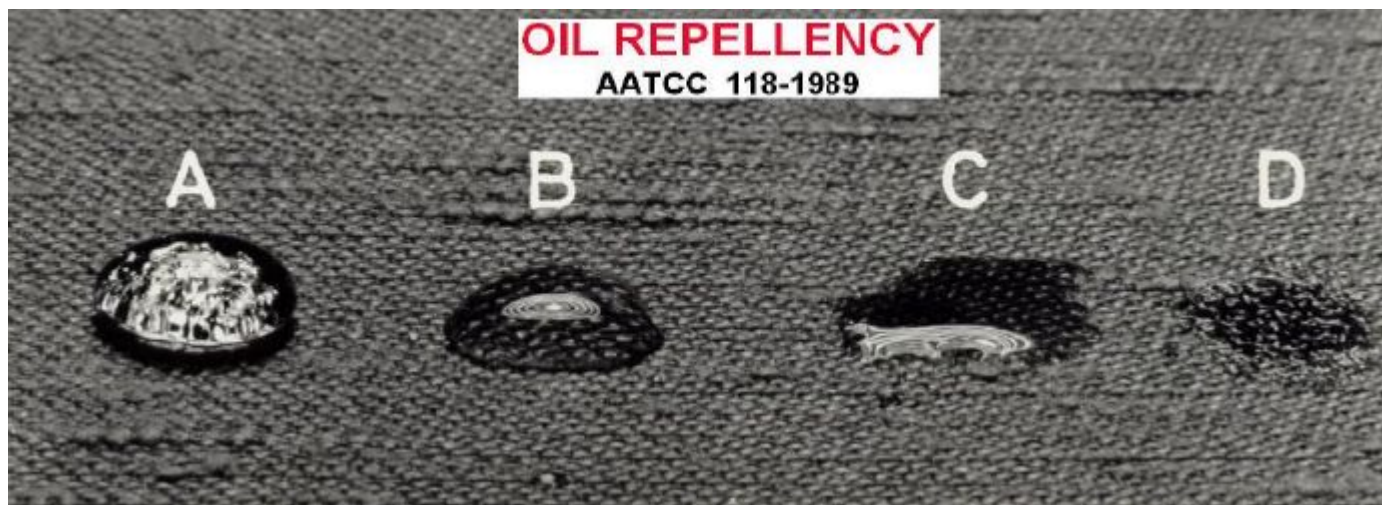
50 - Completa umecatação da superfície superior.



0 - Completa umectação da superfície superior e inferior.

Fonte: Williams, 2018.

Avaliação do efeito



Fonte: Williams, 2018.

Anti-Microbiano

- Artigos de algodão são absorventes e confortáveis mas, como a estrutura retém água e oxigênio com facilidade, facilitam o crescimento de micro-organismos;
- A alta demanda por artigos de higiene e para atividades esportivas (activewear);
 - Rápido crescimento nas áreas: têxtil, farmacêutica, médica, engenharia, agricultura e alimentos;
- Estimativa de mercado global da ordem de US\$ 3,95 bilhões para aditivos antimicrobianos em 2021;
- Área de pesquisa de grande interesse.

- Micro-organismos:

- ✓ Bactérias;
- ✓ Fungos;
- ✓ Algas;
- ✓ Vírus;

- Fibras naturais permitem a sua multiplicação;

- ✓ Lã (bactérias);
- ✓ Algodão (fungos);

- Fibras sintéticas não são totalmente imunes;

- ✓ Auxiliares têxteis;
- ✓ Fluídos corporais;

□ Umidade e calor agravam o problema;

- Na presença de micro-organismos ocorre:
 - ✓ Liberação de odor;
 - ✓ Pigmentação ou descoloração do substrato;
 - ✓ Perda de massa das fibras;
 - ✓ Transmissão de infecções;
- A população de micro-organismos pode dobrar a cada 20 – 30 min;
- Métodos de aplicação:
 - ✓ Incorporação de produtos biocidas na solução de fiação das fibras;
 - ✓ Modificação de têxteis por inserção ou reações químicas;
 - ✓ Acabamento com substâncias ativas.

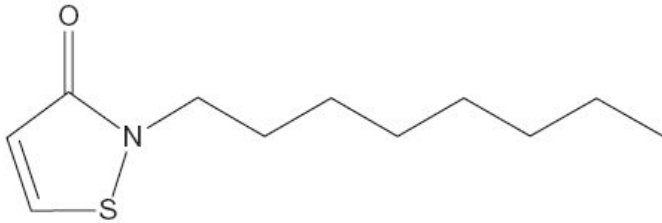
- Protege os artigos têxteis da ação de bactérias e fungos;
- Os produtos utilizados são derivados de compostos fenólicos, sais orgânicos ou inorgânicos de metais pesados, compostos de formaldeído e compostos quaternários de amônia;
 - Também são utilizados, derivados de salicianilida e sulfato de neomicina;
- Podem ser aplicados por esgotamento (jet) ou por impregnação (foulard);
- Podem ser aplicados em conjunto com resinas para melhor fixação;

- Condições ideais de crescimento de micro-organismos:
 - ✓ Temperatura 36 – 40 °C, pH 5 – 9;
 - ✓ População duplica em 20-30 min;
 - ✓ Uma célula se transforma 1.048.576 células em um período de 7 horas;
- Sua aplicação é interessante em:
 - ✓ Roupas esportivas e lazer;
 - ✓ Meias e calçados;
 - ✓ Roupas íntimas;
 - ✓ Carpetes e tapetes;
 - ✓ Têxteis para o lar.

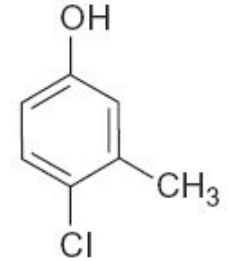
- Este acabamento aplicado no tingimento (junto com corantes), pode resistir a mais de 50 lavagens.
- Se aplicado no acabamento final, pode resistir mais de 100 lavagens.
- O princípio ativo antimicrobiano (Triclosan) é incorporado dentro da fibra juntamente com os corantes.
 - Estudos indicam que enfraquece células musculares e pode induzir câncer no fígado;

- Um acabamento antimicrobiano deve ser:
 - Passível de combinação com amaciantes, hidrorrepelentes e soil-release;
 - Não interferir na cor;
 - Sólidos ao suor;
 - Resistentes ao passamento a ferro;
 - Resistente a luz;
 - Efetivo em baixas concentrações;
 - Seguro quanto ao uso e baixa toxicidade.

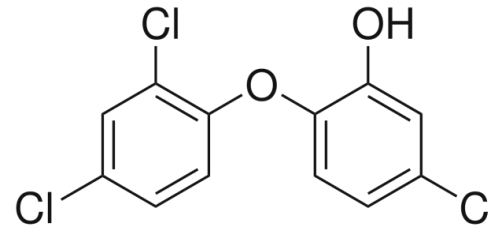
Compostos utilizados para acabamento antimicrobiano.



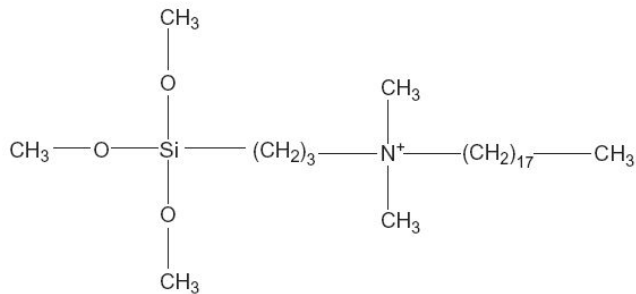
Octilinaona



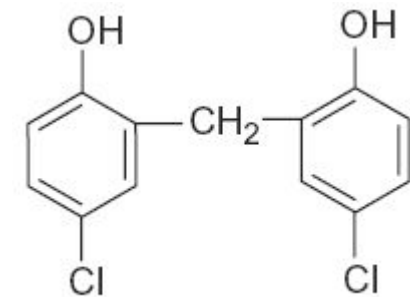
Para-meta-cresol



2,4,4 tri-cloro-2-hidroxy-difenil



Quaternário de amônio



2,2 metileno bis-4-clorofenol



Anti-Ácaro

- É uma espécie de acabamento anti-microbiano, ou seja, destrói as bactérias e fungos que servem de alimento para o ácaro.



Ignífugo

- Torna os tecidos resistentes a ação do fogo, ou de difícil inflamação;
- Histórico:
 - Jonathan Wyld, 1735 – mistura de alumínio, sulfato ferroso e bórax;
 - Gay Lussac, 1821 – mistura de sais de amônio com/sem bórax para tecidos de linho e cânhamo;
- Campo multidisciplinar e complexo;
- Formulações complexas incluindo muitos elementos químicos e combinações;

- Para existir fogo, precisamos de 3 fatores:
 - Calor (temperatura)
 - Comburente (gás oxigênio)
 - Combustível (material têxtil, etc.)
- Os materiais se degradam primeiro e depois entram em combustão;
- Os compostos atuam em um destes três fatores responsáveis pela combustão;
 - Tanto na fase sólida quanto na gasosa;
- São utilizados compostos a base de halogênios, fósforo, nitrogênio, antimônio, enxofre, boro e combinações, também com outros elementos.

- Compostos de fósforo atuam na fase sólida;
 - O nitrogênio melhora o efeito do fósforo;
 - Usado principalmente em algodão e lã;
- Compostos halogenados atuam na fase gasosa, formando gases incombustíveis;
 - Sais de antimônio melhoram a ação dos halogênios;
 - A efetividade segue a sequência: $I > Br > Cl > F$;
 - Usado em todas as fibras;
 - Alguns compostos foram banidos por formar dioxinas durante a combustão;
- Compostos como trihidrato de alumina, compostos de boro, silicatos e carbonatos. São usados quando a solidez a lavagem não é importante.

- Aplicação em têxteis:
 - Copolimerização de retardantes de chama (compostos vinílicos ou fósforo) na matriz polimérica das fibras;
 - Introdução de aditivos durante a extrusão das fibras;
 - Aplicação de sistemas químicos no acabamento têxtil associados ou não com resinas;
- Aplicação em foulard, geralmente em tecidos planos;
 - Muito importantes em cortinas, estofamento de carros e em geral, uniformes industriais;
 - Roupas militares e corpo de bombeiros;
 - Coberturas para pisos (carpetes, etc.);
 - Materiais para aviação.

- Materiais como o algodão tratado, Nomex, Kevlar e PBI fornecem proteção porque os mesmos não sofrem encolhimento quando se inflamam;
- Nomex é incombustível e muito utilizada em roupas para combate a incêndio;
- Fibras termoplásticas se encolhem ao contato com a chama expondo o usuário ao calor e a queimaduras no contato com a massa fundida.



- Desvantagens:


- Necessário aplicar de 10 à 30% do peso do substrato para resultado efetivo;
 - Modificação das propriedades dos tecidos;
 - Propriedades estéticas (toque, caimento, maciez, brilho, etc);
 - Propriedades físicas (absorção de água, repelência de água, soil-release, eletricidade estática);
 - Resistência;
 - Amarrotamento;
 - Pilling.
- 

Figura 02: Propriedades térmicas das fibras têxteis.

Fibre	T_g (°C)	T_m (°C)	T_p (°C)	T_c (°C)	Maximum flame temperature (°C)	Average heat of combustion (cal/g)	Limiting oxygen index ^a
Natural fibres							
Cotton			350	400	860	4330	18.4
Rayon			350	420	850	3446	18.7
Wool			245	600	941	4920	25.2
Synthetic fibres							
Acetate				475	960		
Triacetate				540	885		
Nylon 6	50	215	431	450	875		20–21.5
Nylon 6,6	50	265	403	530	–	6926	20–20.1
Polyester	85	255	420–427	450–480	697	6170	20–21
Acrylic	100	220	290	560	855	7020	18.2
Modacrylic	80	240	273	690			29–30
Polypropylene	–20	165	469	550–570	839	11,600	18.6
PTFE	126	327	400	560			95
Nomex	275	375	410	500			28.5–30
Kevlar	340		590	550			29
PBI	400		500	500			40–42

Fonte: Choudury, 2017

- A flamabilidade pode ser estimada pelo LOI (índice limitante de oxigênio):
 - LOI \leq 19 – Ignição fácil e queima rápida (algodão, acrílico, viscose, polipropileno);
 - $19 \leq$ LOI \leq 22 – ignição normal (poliéster, poliamida 6 e poliamida 6.6);
 - LOI em cerca de 25 – quase resistente a ignição (Lã);
 - LOI $>$ 26 – Retardante de chama (fibras modacrílicas);
 - LOI $>$ 30 – resistente a chama em condições severas (PBI, PTFE);
 - LOI $>$ 100 – Não forma chama mesmo em concentração 100% de oxigênio (fibra de vidro e fibras cerâmicas).

Alguns compostos comerciais com base de fósforo.

Figura 03: Exemplos de compostos comerciais à base de fósforo.

Sr. no.	Commercial name	Make	Chemical composition
1	Pyrovatex CP Pyrovatex CP new Pyrocatex CP new	Formerly Ciba, now Huntsman Formerly Ciba, now Huntsman Formerly Ciba, now Huntsman	<i>N</i> -methylol dimethyl phosphonopropionamide Dialkyl-phosphonocarboxylic acid amide <i>N</i> -methylol phosphonopropionamide
2	THPC finishes	Hooker, Albright & Wilson	Tetrakis(hydroxymethyl) phosphonium chloride
3	Pyroset TKC	American Cyanamid	Tetrakis(hydroxymethyl) phosphonium chloride
4	Pyroset TKP	American Cyanamid	Tris(hydroxymethyl) phosphine or THP salts with mixed phosphate and acetate anions
5	Proban	Albright & Wilson Rhodia Specialities, UK	THP salt-urea pre-condensate
6	Proban CC	Albright & Wilson	Tetrakis (hydroxymethyl)phosphonium chloride-urea
7	THPOH-NH ₃		THP salts at pH 7
8	MCC 100/200/300	Monsanto	Trimethyl phosphoric triamide
9	Fyrol 76 DAP-urea-Ti	Stauffer Various	Condensate of bis(beta-chloroethyl) vinyl phosphonate Diammonium hydrogen phosphate-urea-titanyl sulphate

Fonte: Choudury, 2017

Referências

CHOUDHURY, 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.

WILLIAMS, J. Waterproof and water repellent textiles and clothing. Woodhead Publishing, 2018.

Outros sites pesquisados:

- ▶ en.brancaidealair.it