

Tratamento Anti-Chama em Materiais Têxteis

Fabiana Hiromi Miyada, Regina Aparecida Sanches, Waldir Mantovani, Júlia Baruque Ramos

Universidade de São Paulo; Curso de Têxtil e Moda (EACH-USP); Av. Arlindo Bértio, 1000, São Paulo-SP, 03828-000. E-mail: fabiana.miyada@usp.br

Resumo

Os materiais têxteis ao longo do tempo foram recebendo tratamentos para um melhor desempenho e funções, como exemplo, a propriedade retardante anti-chama. O material têxtil receberá essa propriedade na parte de beneficiamento terciário (processo que objetiva dar ao material melhor característica e dimensiona melhor toque e características especiais, como o anti-chama). Tal tratamento é altamente relevante para a segurança, como comprovado na diminuição da taxa de incêndios, minimizando perda de vidas e custos.

Palavras-chave: fogo, materiais têxteis, agentes ignífugos, acabamento ignífugo, mercado, normas.

1) Fogo

A Figura 1 exemplifica os meios de manutenção e extinção do fogo. A interpretação da figura geométrica é de que os três elementos que compõe cada lado do triângulo devem estar ligados entre si para que o fogo se mantenha.

O material combustível é influenciado pelo estado da matéria, massa específica, superfície específica, calor latente de evaporação, ponto de fulgor e de ignição, mistura inflamável (explosiva), quantidade de calor, composição química, quantidade de oxigênio disponível, umidade, etc. (IMC, 2009)

O triângulo da combustão é formado por oxigênio, combustível e calor.

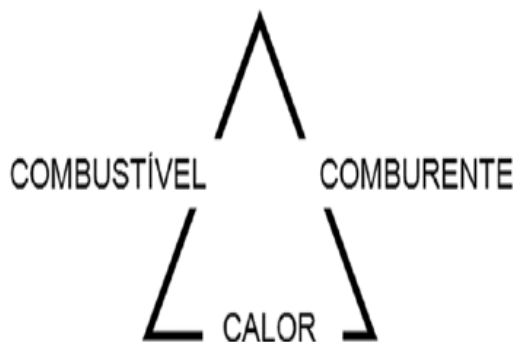


Figura 1. Triângulo – fogo (IMC, 2009)

A Figura 2 demonstra a condução do calor. Em (1) a radiação de energia contribui e a convecção, não. Em (2) a radiação e a condução do calor são preponderantes, e na imagem (3) a condução do calor, a convecção e radiação contribuem proporcionalmente.

O tempo de queima é diferente em cada imagem e o tamanho das chamas é diferente, porém o combustível é o mesmo.

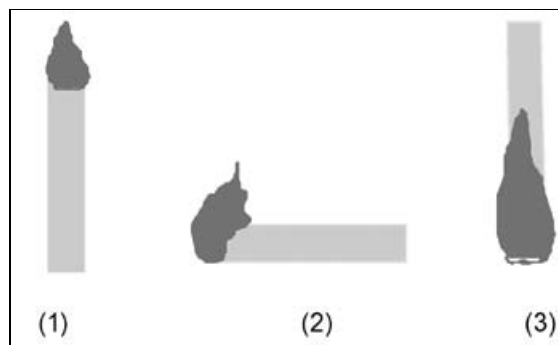


Figura 2. Influência do mecanismo de transmissão da energia (IMC, 2009)

Há diversos fatores que envolvem um incêndio no seu início e desenvolvimento. São alguns deles: a superfície específica dos materiais combustíveis envolvidos, a distribuição dos materiais combustíveis no local, característica de queima dos materiais envolvidos, local do incêndio no ambiente, condições climáticas (temperatura e umidade relativa), aberturas de ventilação do ambiente, projeto arquitetônico, medidas de prevenção de incêndio existentes e medidas de proteção contra incêndio instaladas. (IMC, 2009)

3) Materiais têxteis

Os tecidos tratados podem ser aplicados em: edificações (hotéis e restaurantes, hospitais, escolas, salas, teatros e cinemas e estabelecimentos prisionais); transporte (navios, aviões, trens e automóveis); vestuário protetor ou *workwear* (bombeiros, exército, indústria pesada); decoração (tapetes e carpetes, cortinas e persianas, móveis e estofados, revestimento de parede e artigos têxteis de decoração) e exército (*battledress*, tendas) (ALYA, 2009).

Há vários tipos de métodos, normas e aparelhos que são utilizados para medir a flamabilidade em materiais têxteis. O comportamento dos corpos em relação à chama pode ser classificado como: incombustível, combustível e inflamável. Os incombustíveis são resistentes à chama; os combustíveis não mantêm a chama, mas são destruídos; e os inflamáveis são destruídos e mantêm a chama.

As fibras naturais sem tratamento químico queimam continuamente até que o material seja consumido mesmo que a fonte de queima seja eliminada. As fibras sintéticas, que não são resistentes à chama, derretem, podendo causar danos à pessoa ou ao local. Nos tecidos resistentes à chama, a queima cessa quase que instantaneamente quando a fonte é retirada.

Os materiais têxteis que possuem acabamento com impregnações de determinados produtos químicos, podem diminuir a inflamabilidade. A flamabilidade e inflamabilidade de fibras naturais e não-naturais podem ser influenciadas por fatores químicos e físicos, como a estrutura têxtil e o tipo de tecido. A velocidade de combustão é inversamente proporcional ao peso do tecido, concluindo então que tecidos pesados e densos queimam lentamente. O conteúdo de água na fibra também é um fator importante, pois as fibras que têm uma maior taxa de recuperação de umidade ardem pior.

A quantidade de calor em calorias/grama liberada pela combustão da fibra é um dos fatores importantes para a propagação do fogo em outros materiais a sua volta. Um tecido inflamável age com difusor de incêndios, liberando intensivamente energia calorífica.

4) Materiais têxteis e suas propriedades em relação à chama.

A resistência ao fogo está também relacionada em parte com o tipo da fibra usada. As celulósicas como o linho, viscose e algodão têm alta probabilidade de incendiar com facilidade, em temperaturas mais baixas, diferentemente das fibras protéicas como a lã e o pêlo, que inflamam com temperaturas mais altas e ardem lentamente, não mantendo assim a combustão. As fibras termoplásticas como a poliamida e o poliéster tem a propriedade de encolher na presença de uma chama. Fundem a temperaturas relativamente baixas, pois a temperatura de fusão é inferior a temperatura de ignição, quando fundidas, se a chama estiver ardendo, a temperatura sobe e ardem, caso contrário a chama não se propaga.

O corante dependendo do tratamento no tecido pode torná-lo inflamável, já a estrutura do fio e do tecido podem não ter grande influência na flamabilidade.

Sobre materiais têxteis que possuem o tratamento anti-chama, como produtos de tecido 100% algodão, é recomendável verificar se ele não irá perder esse tratamento depois de seguidas operações de lavagem. Vestimentas com fibras sintéticas que derretem em temperaturas menores que 315°, como, por exemplo, o acetato, náilon, polipropileno e *spandex*, não devem ser utilizadas em roupas resistentes à chama, sejam elas individualmente ou em combinações. Tecidos com estas fibras só podem ser utilizadas caso atenderem aos requisitos da ASTM (SCOTCHLITE, 2009).

O couro é utilizado normalmente para roupas que protegem uma área específica do corpo, como colete de soldador ou roupas para trabalho de manipulação manual, podendo ser tratado com substância anti-fogo ou à prova de graxa.

O Amianto/Asbestos normalmente são utilizados para confecção de trajes resistentes ao fogo e altas temperaturas. Este material vem sendo gradativamente substituído no mercado por fibras sintéticas. No entanto, ainda é bastante consumido, principalmente em virtude de seu preço ser relativamente menor.

Conforme a Tabela 1, as fibras utilizadas em roupas contra o calor são:

- Lã, que tem uma inflamabilidade de média a baixa. Podendo ser à prova de fogo e elaborada em feltros de alta densidade que podem resistir a temperaturas mais altas que o algodão.

- Algodão: normalmente arde, a menos que seja a prova de chamas; chamuscagem aproximadamente a 230 °C.

- Poliamida: resistente a chamas e retardadores de calor. Não funde, mas de

degrada a 371 °C.

- Poliéster: Semelhante à lã quanto à inflamabilidade;

- Poliuretanos: Podem ser usados até 100 – 120 ° C e resistem a picos de 200 ° C por períodos muito curtos (LCRESPIM, 2009)

O retardador de chama pode ser incorporado em um material, quer como ativos ou aditivos. Os componentes ativos são integrados na estrutura de determinados tipos de polímeros plásticos (poliéster). Este método é preferível, pois é mais estável e torna suas propriedades uniformes. Os componentes aditivos são mais econômicos e versáteis, mas tem a desvantagem na hora de alterar as propriedades do material de base, sendo o caso do PBDE (composto orgânico bromado utilizado em retardador de chama) que é aplicado em revestimento ou mistura no processamento de materiais, no caso fibras e plásticos (QUIMINET, 2008).

Há outros meios eficazes de proteção ao fogo, como a utilização do KEVLARTM e o NOMEXTM. O NOMEXTM é um produto da DuPont e é bastante utilizado para confecção de roupas para proteção contra chamas, pois possui a vantagem de ser um material resistente ao ácido e outros materiais corrosivos e também por ter uma grande estabilidade estrutural no qual não ocorre a transmissão do calor. (LCRESPIM,2009)

O KEVLARTM possui uma grande resistência ao calor, rigidez, estabilidade estrutural e baixa condutibilidade térmica, características que evitam a propagação da chama no tecido, por isso é utilizado em vários setores industriais. (LCRESPIM,2009)

Tabela 1. Demonstração dos materiais têxteis em relação à chama. (LCRESPIM,2009)

FIBRA	LOI	Calor de Comb. (Kcal/G)	Temperatura de Combustão (° C)	Ponto de Fusão (° C)
Acrílico	18,2	7,6	565 - 530	235 - 320
Algodão	18,4	3,9	255	Não funde
Triacetato	18,4	-	450 - 520	293
Polipropileno	18,6	11,1	570	164 - 170
Viscose	19,7	3,9	420	Não funde
Algodão de polivinilo	19,7	-	-	Não funde
Poliâmida	20,1	7,9	485 - 575	160 - 260
Poliéster	20,6	5,7	485 - 560	252 - 292
Lã	25,2	4,9	570 - 600	Não funde
Modacrílica	26,8	-	-	160 - 190
Nomex 7-450	30,0	-	800	316
Lã – Zipro	28 - 34	-	-	Não funde
Policloreto de vinilo	37,1	5,1	-	100 - 160

4) Agentes ignífugos

Levando em consideração a numerosa incidência de incêndios ocorridos a cada ano, o objetivo dos materiais têxteis com acabamento anti-chama é o de dificultar a inflamação e a diminuição da inflamabilidade responsável pela combustão dos materiais.

Os materiais ignífugos evitam incêndios por meio de um tratamento que transformam os materiais de combustão fácil em difícil inflamação.

As fases de combustão das fibras são: processos prévios de incêndio, quando se inicia o incêndio (inflamação); combustão; produção de gases de combustão e fumaça; e o fim da combustão.

Quando há combustão com chama, a formação do monóxido de carbono é algo alarmante, já que não pode ser identificado pelo seu sabor ou odor, e pode formar carboxiemoglobina o que impede o intercâmbio de oxigênio com os glóbulos vermelhos, processo que pode conduzir à morte.

O incêndio é abafado quando a combustão dos gases produz menos energia que a necessária para manter a pirólise (fase de decomposição ao alimentar-se a energia térmica).

Há teorias sobre a forma que atuam os materiais têxteis com acabamento anti-chama, tais como:

- Reação endotérmica no qual o consumo adicional de energia resulta da decomposição endotérmica do agente ignífugo, fazendo com que a combustão tenha menos energia disponível, dificultando a ação.
- A formação de gases dificilmente combustíveis ou inflamáveis: Gases que não queimam ou têm uma baixa inflamabilidade, como o nitrogênio e dióxido de carbono, que evitam a combustão.
- Pela teoria da fusão: A transformação do agente ignífugo em uma fase de fusão com aquecimento e consumo de energia. Deste modo, há maior liberação de gases combustíveis e possibilita a entrada de ar na superfície da fibra.
- Pela teoria da desidratação: É válida para fibras celulósicas que descrevem uma condição da pirólise por meio de produtos desidratantes que substituem a propagação de substâncias de decomposição incombustíveis, como a água. (LCRESPIM,2009)

5) Acabamento ignífugo no setor têxtil

O acabamento anti-chama no setor têxtil é diferente dos outros acabamentos, como exemplo os tecidos que recebem um beneficiamento para propor um “toque” mais agradável ou algum diferencial no tecido, destinado à exigência da moda. O acabamento anti-chama é um tratamento técnico, ou seja, possibilita a produção de um tecido idôneo para ser utilizado em setores específicos, com funcionalidade, qualidade ao tecido, sendo usado em móveis, estofamentos automotivos, entre outros, e são definidos por normas específicas.

Para a realização de um bom acabamento, o material têxtil deve passar por algumas etapas. O material têxtil receberá essa propriedade na parte de beneficiamento terciário (processo que objetiva dar ao material melhor característica e dimensiona melhor toque e características especiais, tal como o anti-chama). (BEZERRA, 2008)

O acabamento no meio aquoso pode ser realizado por métodos contínuos e descontínuos, podendo ser realizado o procedimento com *foulard*, aplicação de espuma e umectação unilateral. Outro modo é o recobrimento do avesso por meio da impregnação unilateral do agente ignífugo.

O procedimento com *foulard* é obrigatório já que o proporciona uma aplicação uniforme de uma grande quantidade de banho de tratamento, o que resulta numa boa penetração do material. Porém, para artigos sensíveis de formação, não é permitido o tratamento em *foulard* podendo ser escolhido outros métodos. Como exemplo de artigos sensíveis de formação, são eles: partículas com pêlo, como o veludo, que recebem um revestimento de banho específico com o agente anti-chama.

6) Mercado

No Reino Unido há legislação que prevê que todos tecidos destinados ao uso público deve ser testado do ponto de vista anti-chamas. Porém, atualmente a tendência é deste tratamento ser utilizados em tecidos para o uso privado também, o que está acontecendo de modo discreto no Reino Unido, Alemanha, França, Holanda, Bélgica, e Estados Unidos. (LCRESPIM, 2009)

Existe a concorrência entre indústrias químicas de produtos anti-chamas. Por isso cada uma oferece um diferencial para conseguir lugar no mercado, como suporte

tecnológico e também assistência técnica.

O problema da influência dos produtos químicos anti chamas é sobre o aspecto do tecido, o qual é preocupante para as companhias químicas. Este item implica na concorrência entre elas, já que não devem pensar em produzir mais um tecido ignífugo, mas sim um artigo têxtil com características anti chamas. O toque áspero de um carpete que recebeu o tratamento pode não incomodar, mas uma roupa ou uma capa para sofás tratados podem causar certos desconfortos, se o toque não for agradável, ou se a cor não estiver bem fixada devido ao tratamento por exemplo.

Alguns termos são utilizados neste tratamento, como o *after glow*, que indica a combinação da combustão através da incandescência, sendo importante ao se tratar das fibras sintéticas. Ignífugo é um termo genérico dado a um acabamento apto a restringir o fogo. *Flame resistant* é definido como um material que freia a combustão e *fireproof* é utilizado para o material que quando retirado da ação da chama, se apaga no momento. (LCRESPIM, 2009)

Sais de amônio e ácido bórico podem ser utilizados, sendo o método utilizado por impregnação em tecidos. O ácido bórico é utilizado quase que exclusivamente em fibras celulósicas, e sua ação anti-chama é devido à capacidade de formar uma “proteção vidrada” que envolve a fibra, impedindo deste modo o contato com o oxigênio.

Na figura 3 é apresentada uma demonstração de como age um tecido sem tratamento e outro com, sendo o produto da empresa Proteccleaning, de Portugal. Na definição do produto pela empresa, ele está definido como: “Retardante de fogo (produto ignífugo) - produto certificado e aplicado com as Normas Europeias de Segurança. Com certificado de aplicação bem como testes aos materiais onde é aplicado. Ficha técnica após a aplicação.” (PROTECLEANING, 2009)

O aprimoramento do tratamento anti-chama é de interesse maior para artigos para bombeiros, já que na maioria das vezes entram em contato com o fogo, e em qualquer tipo de classe do fogo, ou seja, varia de incêndios fracos a mais intensos. Por isso, a inovação de novos métodos de tratamentos são importantes para facilitar e proteger melhor os bombeiros.



Figura 3. Ação do fogo em estofamento sem retardante de fogo e o outro com a aplicação, para classes de fogo 1 e 2. (PROTECLEANING, 2009)

Nas imagens seguintes há alguns equipamentos fundamentais para os bombeiros. Na figura 4, na qual a empresa fabricante diz que é introduzido um polímero anti-chama no tecido e selado que não importa quantas vezes haja lavagens, ela não perde a propriedade anti-chama, e que o polímero atua como catalisador, promovendo a carbonização, quando exposto à chama, e na imagem 5 é um macacão que está dentro da norma europeia NR10.



Figura 4 – Traje anti-chamas



Figura 5 – Macacão anti-chamas

Como é possível haver casos de incêndio em leitos e camas em asilos, clínicas psiquiátricas, centro de tratamento intensivo e até mesmo em hotéis, atualmente é possível encontrar no mercado também equipamentos de cama ignífugos no qual a propagação do fogo simplesmente não pode ser acionada através de um cigarro ou fósforo. Este colchão possui uma espuma ignífuga, forro de colchão e roupa de cama compostos de poliéster 100% ignífugo. (LCRESPIM, 2009)

Quando a denominação do tecido é inerentemente retardante de fogo, permanentemente à prova de fogo ou retardantes de fogo, significa que o tratamento anti chamas recebido no material vai durar o mesmo tempo de vida do tecido. No caso de tecidos retardadores de fogo, que foram tratados com produtos químicos, o retardante irá perdendo a sua qualidade durante o tempo, principalmente se o número de lavagens for alta, tendo que se ter um cuidado maior, com os tecidos devendo ser limpos a seco, que é a lavagem mais recomendada pelos fabricantes.

Geralmente o retardante de chama recebe um certificado válido durante um ano, porém o comprimento real do tempo em que o tratamento é eficaz, varia de acordo com o número de vezes que é lavado a seco, e também tem que ser levado em consideração as condições ambientais e físicas do local.

6) Normas Reguladoras

Para testes e comercialização é fundamental obedecer às normas exigidas. Há atividades que requerem uniforme com características de resistência à chama, que são os combates a incêndio e manutenções elétricas. Há normas técnicas que regulamentam estas atividades, como: a NFPA1971, que diz a respeito sobre combate a incêndio estrutural, a NR 10 e NFPA70E, que regulamentam as atividades a instalações elétricas e a NFPA1971 define os critérios de aprovação de um tecido para que seja considerado adequado para combate a incêndio estrutural e o ensaio de flamabilidade tem que ser realizado segundo a norma ASTM D6413. Para testes, essa norma determina inflamabilidade vertical, onde os resultados devem ser: comprimento de queima menor que 150 mm e tempo de permanência da chama menor que 2 segundos (SCOTCHLITE, 2009).

Para testes há a opção de descrever métodos para testar a flamabilidade de tecidos em resposta ao aquecimento e à chama em condições controladas em laboratório. A norma ASTM D3659-80, por exemplo, calcula o tempo médio de queima

por corpo de prova, utilizando: $T_{\text{médio}} = T/n$, sendo n o número de amostras e T o tempo, serve para calcular o tempo médio para que uma amostra queime

Tabela 2. Normas ISO para testes de flamabilidade (LCRESPIM, 2009)

NORMAS “ISO” PARA TESTES DE INFLAMABILIDADE

Norma	Edição	Definição	Uso Final
ISSO 3795	1976	Taxa da propagação das chamas, horizontal	Indústria automobilística (MVSS)
ISSO 4880	1984	Definição de termos	Geral
ISSO 6925	1981	Methenamine tablets	Tapetes
ISSO 6940	1983	Inflamabilidade, vertical	Cortinas
ISSO 6941	1983	Taxa de propagação das chamas, vertical	Cortinas
ISSO 8191 PARTE 1	1987	Cigarro	Estofados
ISSO 8191 PARTE 2	1986	Chama de butano	Estofados

7) Referências Bibliográficas

ALYA. Alya Safe. Disponível em <<http://www.alya.com.br>> . Acesso em março de 2009.

BEZERRA, C. Disponível em <<http://clovisbezerra.tripod.com>>. Acesso em novembro de 2008.

IMC. Disponível em: <<http://www.lmc.ep.usp.br/people/Valdir/SCI.pdf>>. Acesso em agosto de 2009.

LCRESPIM. Flamabilidade de Tecidos. Disponível em <<http://br.geocities.com/lcrespim/trabalhos/flamabilidade.PDF>> . Acesso em agosto de 2009.

PROTECLEANING. Disponível em: <<http://www.protecleaning.com>> . Acesso em setembro de 2009.

QUIMINET. Los retardantes de fuego. Disponível em: <<http://quiminet.com>>. Acesso em dezembro de 2008.

Norma da “American Society for Testing and Materials” ASTM D 3659-80; Standard test method for flamability of apparel fabrics by semi-restraint method. West Conshohocken, 1993. 6p

SCOTCHLITE. Boletins técnicos. Disponível em <<http://www.3m.com/br/scotchlite>> Acesso em janeiro de 2009