FACULDADE DE TECNOLOGIA DE AMERICANA

TECNOLOGIA EM PRODUÇÃO TÊXTIL

ALEX FERNANDO DO PRADO
VLADIMIR TELES MENESES

Professora Mestra Maria Adelina Pereira

TECIDOS IGNÍFUGOS

Americana /SP
2013

FACULDADE DE TECNOLOGIA DE AMERICANA

ALEX FERNANDO DO PRADO
VLADIMIR TELES MENESES

TECIDOS IGNÍFUGOS

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentada a Faculdade de Tecnologia de Americana como parte das exigências do curso de Produção Têxtil para obtenção do título de Tecnólogo em Produção Têxtil.

AMERICANA/ SP
2013

ALEX FERNANDO DO PRADO (RA 0040081113007)
VLADIMIR TELES MENESES (RA 0040081113028)

TECIDOS IGNÍFUGOS

Trabalho / TCC aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Produção Têxtil no curso de Produção Têxtil da Faculdade de Tecnologia de Americana.

Banca Examinadora

Orientador: _____
Maria Adelina Pereira

Professor da Disciplina:
_____
José Sampaio

Professor Convidado: _____
Daives Arakem Bergamasco

Americana/SP 04/12/2013

Resumo

O desenvolvimento de novas fibras e a sua aplicação em vestuário técnico para ser utilizado em situações de alto risco e lazer, fazem com que este domínio da indústria têxtil em geral, e da confecção em particular, adquirem uma nova dimensão, ressurgindo desta forma, como setor em que a aplicação de tecnologia e materiais de ponta começam a ser significativos.

Uma das áreas de intervenção para estes novos e continuados desenvolvimentos de têxteis e vestuários, engloba os têxteis para proteção, entendendo-se como proteção, neste caso, toda a necessidade de resguardar, pessoas ou bens, contra riscos mais ou menos intensos, como seja o calor, o frio, os agentes químicos, as radiações nucleares, os vírus, os pesticidas, impactos balísticos, ondas eletromagnéticas.

Tecidos à prova de fogo são absolutamente necessários para o vestuário que se deve ser utilizado em certos processos industriais onde a probabilidade de incêndio são elevadas.

Palavras-chave: combate a incêndio, retardante de chama em têxteis, incombustibilização, têxteis anti chama

Abstract

The development of new fibers and their application in technical clothing for use in high-risk situations and recreation , make this field of textile industry in general, and manufacturing in particular , acquire a new dimension , restoring in this way , as a sector in the application of technology and advanced materials start to be significant .

One of the areas of intervention for these new and ongoing developments of textile and garments , textiles encompasses the protection, understanding and protection, in this case, all need to protect people or property against risks more or less intense , such as heat , cold , chemical , nuclear radiation , viruses , pesticides , ballistic impacts , electromagnetic waves .

Fireproof fabrics are absolutely necessary for garments that are to be used in certain industrial processes where the probability of fire is high.

Keywords : fire fighting , flame retardant in textiles, incombustibilização , textile anti flame

SUMÁRIO

1 – Introdução teórica das Fibras Têxteis 12
1.1 - As Fibras Têxteis e sua Classificação 12
1.2 - Processo de ignição do tecido 16
1.2.1 - Fatores que afetam a flamabilidade em tecidos 20
1.2.2 – Teoria do fogo e incêndio 21
1.2.3 - Diferência entre fogo e incêndio 21
1.2.4 – Tetraedro do Fogo 22
1.2.5 – Combustível 22
1.2.6 – Comburente 22
1.2.7 – Calor 22
1.2.8 - Reação em cadeia 22
1.3 - Teoria do recobrimento ou impregnação 23
1.3.1 - Teoria dos gases 23
1.4 -Teoria térmica: Atua sobre dois princípios 23
1.5 - Teoria dos catalizadores de desidratação da celulose 24
1.5.1 - Alguns processos de ignifugação 24
1.6 - Proteção dos produtos têxteis contra a chama 24
1.7 - Combustão das Fibras 25
1.7.1 - Fatores que influenciam no comportamento da combustão dos produtos têxteis 26
1.8 - Inflamabilidade das fibras 27
1.8.1 - Ação do calor 27
1.8.2 - Como atuam os agentes ignífugos? 27
1.8.3 - Agentes que fazem as fibras sintéticas dificilmente inflamar 29
1.8.4 - Procedimento de acabamentos 30
1.8.5 - Fatores importantes 30
1.8.6 - Acabamento ignífugo no setor têxtil 31
2 - Exigências do mercado 32
2.1- Produtos químicos e fibras antichamas 33
2.2 – Novas alternativas de produtos têxteis ignifugos 34

2.2.1 - Fibras à prova de fogo 34
2.2.2 - Testes 35
2.2.3 – Propriedades do poliéster ignífugo 36
2.2.4 - Poliéster ignífugos 36
2.2.5 - APLICAÇÕES DOS MATERIAIS IGNÍFUGOS 36
3 – Desenvolvimento 39
3.1 - Dados Estatísticos, Casos de Sucesso Referências 39
3.1.1 - Número de incêndios no Brasil em 2008 39
3.2 - Número de incêndios registrados no Estado de São Paulo em 2009 e 2010 40
3.4 - Vitimas fatais de incêndio – DATASUS (Banco de Dados Sistema Único de Saúde) 41
4 - Cenário Brasileiro 42
5 - Segurança contra incêndio: regulamentação em outros países.[1] 42
5.1 - Destaque Reino Unido e Irlanda 42
6.1 – Ensaios de Qualidade e Normatização 43
6.1.1 - Regulamentação 43
7 - Referências Internacionais 43
7.2 - Regras Adotadas por Países na segurança de boates 45
7.2.1 - Israel submete alvarás a parecer de cinco órgãos, e EUA e UE adotam descentralização de regras; compare as normas. 45
7.2.2 - Caso : Estados Unidos – Clube The Station (2003) National Fire Protection Association 46
7.2.3 - The Station - Construção e ocupação do edifício 46
7.3 - Caso : Brasil – Boate Kiss (2012) 50
7.3.1 – Parecer técnico preliminar 54
7.3.2 – A dinâmica da propagação de incêndio. 56
7.3.3 – Sobre a concepção do espaço e das saídas de emergência. 58
7.3.4 – Sobre os sistemas de controle de fumaça 60
7.3.5 – Sobre as condutas de risco 60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - LOI das fibras têxteis - Fonte: Manual de Engenharia têxtil V.I..... 14

Tabela 2 - Temperatura de inflamação de algumas fibras.Fonte: Manual de Engenharia têxtil V.I 15

Tabela 3 - caloria/gramas liberada pela combustão de algumas fibras. Fonte: Manual de Engenharia Têxtil V.I 15

Tabela 4 - comportamento ao fogo de algumas fibras Fonte: Manual de Engenharia Têxtil V.I 16

Tabela 5 - Normas ISO comumente indicados para testes de inflamabilidade. ... 35

Tabela 6 - Propriedades do poliéster ignífugo..... 36

Tabela 7 - Classificação para as fibras ignifugas Nomex..... 37

Tabela 8 - Ocorrência de incêndios 209/2010. Fonte: Corpos de Bombeiros Militares do Estado de São Paulo 40

Tabela 9 – mortes por exposição a fumaça. Fonte: http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sim/cnv/obt10uf.def. Acesso em 09.06.2011 41

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Vítimas de incêndios..... 41
Gráfico 2 – tempo para escapada de incêndios 43
Gráfico 3 – Taxa de liberação de calor..... 44
Gráfico 4 – Taxa de produção de produção de fumaça 44
Gráfico 5 – Mortalidade por incêndios ao longo dos anos no Reino Unido 45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Classificação das fibras têxteis 12
Figura 2 – Curso do fogo..... 16
Figura 3 – Tetraedro do fogo..... 22

INTRODUÇÃO

A importância da normatização na área de segurança contra incêndio implica a necessidade de elaborar normas técnicas para orientar e organizar tecnicamente o setor produtivo.

A ausência de uma lei nacional que estabelece as regras de prevenção e proteção contra incêndio é o principal problema dos alvarás de funcionamento de bares, boates e casas de show no país. As leis são estaduais e, por isso, cada governo estabelece uma lei com base em normas locais ou estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) ou mesmo pela Consolidação das Leis de Trabalho (CLT).

Diante da ocorrência de vários incêndios em boates vitimando centenas e milhares de jovens pelo mundo e recentemente aconteceu aqui no Brasil em uma boate em Santa Maria no Rio Grande do Sul que vitimou centenas de jovens, acendeu um sinal de alerta tanto para as diversas autoridades quanto para a sociedade, além de deixar uma pergunta no ar: Como esta tragédia poderia ser evitada?

A utilização de materiais têxteis com proteção antichama em ambientes confinados como hotéis, boates órgãos públicos entre outros, leva atualmente diversas empresas a fabricarem materiais têxteis naturais e artificiais associados a distintas tecnologias que lhes conferem propriedades ignifugas, atendendo a normativas brasileiras e internacionais.

Diante desse contexto vimos à dificuldade do setor produtivo, os órgãos de fiscalização e os consumidores, que não tem como definir os requisitos técnicos mínimos a serem atendidos pelos produtos e serviços, assim pode-se constatar a necessidade de normatização especifica para tecidos com propriedades antichama na confecção de estofados e almofadas, tendo em vista que não existe nenhuma norma regulamentadora para esses produtos no Brasil.

1 – Introdução teórica das Fibras Têxteis

1.1 - As Fibras Têxteis e sua Classificação

As fibras têxteis são elementos filiformes caracterizados pela flexibilidade, finura e grande comprimento em relação à dimensão transversal máxima, sendo aptas para aplicação têxtil.

Existem fibras descontínuas e fibras contínuas. As fibras descontínuas têm o comprimento limitado a alguns centímetros. As contínuas têm um comprimento muito grande que é apenas limitado por razões técnicas.

As fibras têxteis podem ter várias origens, e é esse o critério usado para sua classificação. Assim as fibras podem ser: de origem natural se são produzidas pela natureza; ou de origem não natural se são produzidas por processos industriais. (ARAÚJO, Mário de E. M. de Melo e Castro; "Manual de Engenharia Têxtil"; Vol. II)

A classificação geral das fibras têxteis está resumida no quadro a seguir:

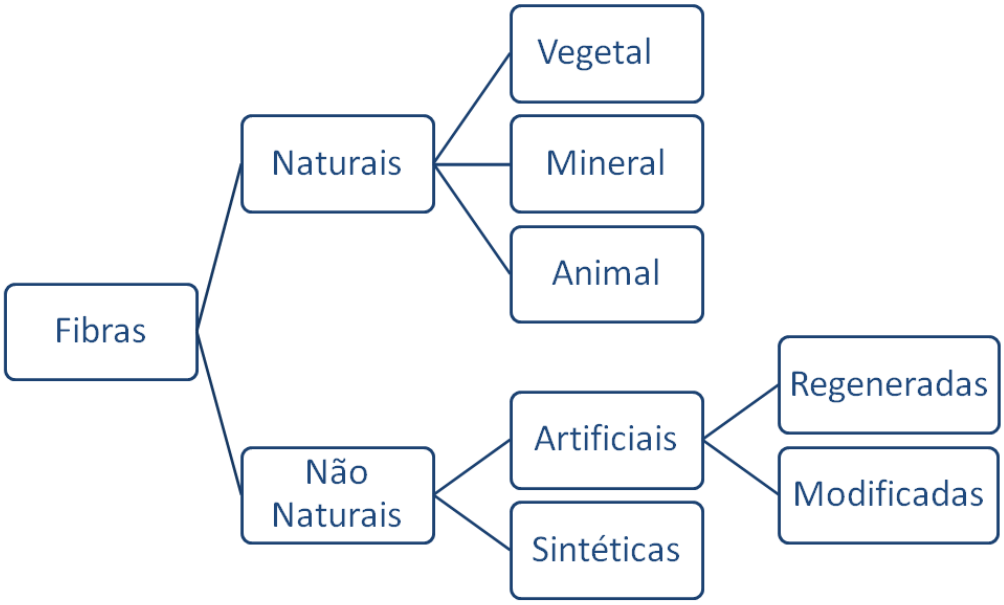


Figura 1 – Classificação das fibras têxteis (Adaptada do Manual de Engenharia Têxtil ; Vol II)

O desenvolvimento de novas fibras e a sua aplicação em vestuário técnico para ser utilizado em situações de alto risco e lazer, fazem com que este domínio da indústria têxtil em geral, e da confecção em particular, adquirem uma nova dimensão, ressurgindo desta forma, como setor em que a aplicação de tecnologia e materiais de ponta começam a ser significativos.

Uma das áreas de intervenção para estes novos e continuados desenvolvimentos de têxteis e vestuários, engloba os têxteis para proteção, entendendo-se como proteção neste caso, toda a necessidade de resguardar, pessoas ou bens, contra riscos mais ou menos intensos, como seja o calor, o frio, os agentes químicos, as radiações nucleares, os vírus, os pesticidas, impactos balísticos, ondas eletromagnéticas.

No que respeita à proteção e para dar uma resposta a solicitação de grande risco, vão-se encontrar dois grupos de fibras têxteis que são utilizadas nas telas destinadas à confecção destes artigos.

- As convencionais;
- As de alta tecnologia;

No primeiro grupo estão as já conhecidas: poliamidas, poliésteres, viscose, etc. E no segundo, as aramidas, polietileno de alto módulo, polibenzimidazol (PBI), poliamidas imidas (Kevlar e Nomex), etc.

Tecidos à prova de fogo são absolutamente necessários para o vestuário que se deve ser utilizado em certos processos industriais onde a probabilidade de incêndio são elevadas. Muitos acidentes domésticos ocorrem devido ao vestuário como: tapetes ou têxteis do lar que se encandeiam com relativa facilidade.

A resistência ao fogo dos tecidos encontra-se em parte relacionada com o tipo de fibra utilizada. As fibras celulósicas, tais como o algodão, linho e viscose incendeiam-se com facilidade. Tecidos produzidos com lã dificilmente se incendeiam. Tanto a poliamida como o poliéster ambas fibras termoplásticas, encolhem em presença de uma chama e tendem a não se incendiarem. Com tudo, o seu tratamento com certos produtos de acabamentos em corantes pode torná-las inflamáveis. Tanto a estrutura do fio como a do tecido parece não ter influência na sua flamabilidade.

A propagação da chama em tecidos é inversamente proporcional a sua massa.

Existem vários tipos de aparelhos e métodos utilizados para medir a flamabilidade de têxteis.

Relativamente ao comportamento perante ao fogo os corpos podem se classificar em incombustíveis, combustíveis e inflamáveis.

Os incombustíveis não são afetados pelo fogo. Os combustíveis são destruídos mas não mantém a chama. Os inflamáveis são destruídos e mantém a chama. As fibras têxteis, por serem compostos orgânicos são inflamáveis ou combustíveis em maior ou menor grau.

Certos acabamentos, ou seja, certas impregnações com determinados produtos químicos podem diminuir a inflamabilidade das fibras têxteis, sem nunca se conseguir a incombustibilidade total. O comportamento perante o fogo das diversas fibras têxteis, naturais e não naturais, é influenciado por muitos fatores entre os quais se deve mencionar o tipo e característica da estrutura têxtil por ela constituída. Assim, um tecido com uma superfície pilosa ou cujo desenho tenha relevo, seja poroso ou tenha uma fraca densidade de construção, arde com maior facilidade que um tecido rapado, liso e com grande densidade. A velocidade de combustão é também inversamente proporcional ao peso/m^2 do tecido, isto é, os tecidos pesados e densos ardem mais lentamente.

Atualmente utiliza-se o “índice de limite de oxigênio“ para exprimir a relação da construção de um tecido e o título do fio, o peso e a facilidade de combustão: o LOI aumenta com o peso do tecido.

Também para as diferentes fibras têxteis se pode determinar o LOI, construindo tecidos semelhantes com essas diversas fibras. Assim verificaremos que:

FIBRAS TÊXTEIS	LOI
Poliamida Aromática	30%
Lã	25,20%
Poliéster	30,60%
Poliamida	20,10%
Polipropileno	18,60%
Algodão	18,40%

Tabela 1 - LOI das fibras têxteis - Fonte: Manual de Engenharia têxtil V.I

Deste modo se faz escalonamento da inflamabilidade e combustão das diferentes fibras têxteis. O conteúdo em água em fibra é também importante, ardendo pior as fibras que tem uma maior taxa de recuperação da umidade.

Tem também importância decisiva a temperatura de inflamação:

FIBRAS TÊXTEIS	TEMP (°C)
Algodão	400
Viscose	420
Poliéster	450
Poliamida	530
Acrílico	560
Polipropileno	570
Lã	600

Tabela 2 - Temperatura de inflamação de algumas fibras.Fonte: Manual de Engenharia têxtil V.I

A lã tem o melhor comportamento ao fogo e o algodão o pior.

A quantidade de calor (em calorias/grama) libertada pela combustão de uma fibra é fator decisivo para propagar o fogo a outros materiais, agindo os têxteis como agentes difusores dos incêndios, já que libertam mais energia calorífica do que aquela que necessitam para se inflamarem.

FIBRAS TÊXTEIS	CALORIAS/ GRAMAS
Algodão	3910
Viscose	3920
Poliéster	5670
Poliamida	7380
Acrílico	7620
Lã	4920

Tabela 3 - caloria/gramas liberada pela combustão de algumas fibras. Fonte: Manual de Engenharia Têxtil V.I

Por isso há toda conveniência em diminuir a inflamabilidade dos artigos têxteis, pois assim se reduz a propagação do incêndio, uma vez declarado.

O uso de um tratamento ou acabamento retardadores ou limitadores de combustão dos têxteis chamados ignífugos, é por tanto um fator de segurança dos seus utilizadores, quer se trate de vestuário, de têxteis decorativos, domésticos ou industriais. As diversas fibras tem , no entanto, comportamentos

diferentes perante ao fogo. Assim as fibras Celulósicas inflamam-se a temperaturas mais baixas e ardem rapidamente. As fibras protéicas (lã e pêlos) inflamam-se a temperaturas mais elevadas e ardem mais lentamente, não mantendo a combustão. As fibras não naturais sintéticas, sendo termoplásticas, fundem a temperaturas relativamente baixas, pois tem a temperatura de fusão abaixo da temperatura de ignição. Uma vez fundidas, se a chama continua estar presente a temperatura sobe e então ardem.

FIBRA	LOI	Calor de combustão (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	-	450-220	293
Polipropileno	18,6	11,1	570	164 - 170
Viscose	19,7	3,9	420	Não Funde
Algodão de polivinilo	19,7	-	-	Não Funde
Poliamida	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	-	800	316
Lã	28	-	-	Não Funde
Policloreto de vinilo	37,1	5,1	-	100 - 160

Tabela 4 - comportamento ao fogo de algumas fibras Fonte: Manual de Engenharia Têxtil V.I

1.2 - Processo da queima do polímero ou tecido

O processo da queima pode ser dividido nas cinco etapas ilustradas na abaixo.

Figura 2 - Imagem retirada internet(http://www.scielo.br)

Etapa I: Aquecimento

Calor de uma fonte externa é fornecido ao material que progressivamente tem a temperatura aumentada. A transferência de calor pode se dar por contato direto com chama, por contato com gases quentes ou ainda por condução através de um corpo sólido

Os principais fatores envolvidos nesta etapa são: Calor específico, Condutividade térmica e Calor latente envolvido em eventuais mudanças de fase.

Etapa II: Pirólise

Os diferentes componentes do material polimérico atingem suas temperaturas de combustão (Tabela 4) e começam a liberar uma ou mais das seguintes substâncias:

• Gases combustíveis, tais como alcanos, alcenos, formaldeido e monóxido de carbono;

• Gases não combustíveis, tais como vapor d'água e dióxido de carbono;

• Gases corrosivos, tais como cloreto de hidrogênio e brometo de hidrogênio;

• Líquidos, usualmente fragmentos das cadeias poliméricas;

• Partículas sólidas tais como fuligem, fibra de vidros e cargas minerais;

• Radicais livres.

As diferentes combinações físicas destas substâncias é que darão origem à fumaça.

O principal fator envolvido nesta etapa é a temperatura de início de pirólise de cada componente.

Na maioria dos casos, a pirólise ocorre por um mecanismo de radicais livres, iniciado por traços de oxigênio ou outras impurezas oxidantes, que são incorporadas pelos polímeros durante seu processamento. O processo envolve a formação de grupamentos hidroperóxidos, (ROOH), cuja decomposição produz as espécies altamente reativas $H^{\cdot}$ e $HO^{\cdot}$, importantes como veremos nos estágios mais avançados da queima.

É ilustrado abaixo, um possível mecanismo de pirólise para as poliolefinas.

$$\text{(poliolefina) } RH \longrightarrow R\circ + H\circ \qquad (1)$$

$$R\circ + O_2 \longrightarrow ROO\circ \qquad (2)$$

$$ROO\circ + RH \longrightarrow ROOH + R\circ \qquad (3)$$

$$ROOH \longrightarrow RO\circ + HO\circ \qquad (4)$$

Na presença de oxigênio em concentração suficiente, as reações 2 e 3 formam um ciclo fechado, que acelera grandemente o processo, dado que as mesmas ocorrem a velocidades muito superiores à da reação 1. O resultado final é a formação de um grande número de diferentes espécies químicas, tais como: variados hidrocarbonetos de baixo peso molecular e os radicais livres altamente reativos $H^{\cdot}$ e $HO^{\cdot}$. Tais espécies se dirigem à chamada zona de queima gasosa onde se inicia o próximo estágio.

Etapa III:Ignição

Na medida em que se difundem a partir da superfície do material polimérico, os produtos da pirólise encontram-se com oxigênio, que se difunde em sentido contrário, numa região que poderíamos denominar de zona de queima gasosa, onde as condições de temperatura e concentração de gases combustíveis e de oxigênio atingem níveis tais que permitem a ignição por intermédio de uma fonte externa de calor ou, se a temperatura for suficientemente alta, por autoignição. A temperatura na qual o primeiro fenômeno ocorre é denominada ponto de fulgor, enquanto a temperatura na qual o segundo ocorre é denominada ponto de ignição. Tais temperaturas podem ser determinadas experimentalmente pelo procedimento ASTM D1929, como foram os dados da Tabela a seguir .

Tabela 5 Ponto de Fulgor e de Ignição de alguns Polímeros

Polímero	Ponto de Fugor (C°)	Ponto de Ignição (C°)
Polietileno	340	350
Polipropileno	320	350
Poliestileno	350	490
Policloreto de vinilia	390	450
Policloreto tetrafluoretuleno	560	580
ABS	390	480
Poli mitil melacrilato	300	430
Poliacrilonitrina	480	560
Poliamida 6	420	450
Poliamida 66	490	530
Poliuretano, Espuma Rigida	310	415
Algodão	210	400

Fonte internet (http://www.scielo.br)

Os principais fatores que influenciam esta etapa são as temperaturas de ignição e de autoignição e o chamado índice de oxigênio, definido como a concentração mínima de oxigênio necessária para sustentar a combustão.

É dado abaixo um possível mecanismo de ignição para o metano.

$$CH_4 + HO\cdot \longrightarrow H_3C + H_2O\cdot \quad (1)$$
$$H_3C + O_2 \longrightarrow H_3COO\cdot \quad (2)$$
$$H_3COO + HO\cdot \longrightarrow H_2COO + H_2O \quad (3)$$
$$H_2COO + HO\cdot \longrightarrow HCOO\cdot + H_2O \quad (4)$$
$$HCOO + HO\cdot \longrightarrow CO_2 + H_2O \quad (5)$$
$$CH_4 + O_2 + 4HO\cdot \longrightarrow CO_2 + 4H_2O + \text{Calor}$$

Etapa IV: Combustão e Propagação

Os radicais livres gerados na pirólise desempenham importante papel na etapa de ignição, desencadeando reações de combustão altamente exotérmicas, (Ilustradas acima), cujo calor liberado dá inicio a um processo denominado

retroalimentação térmica. Tal mecanismo sustenta os processos de pirólise e ignição enquanto houver material combustível disponível. Nesta etapa o fogo se propaga através da superfície do material atingindo outras regiões e tornando o processo da queima absolutamente irreversível. O principal fator que afeta esta etapa é o calor de combustão dos componentes do material polimérico.

Etapa V: Extinção

Na medida em que o fogo vai se alastrando por todas as regiões do corpo polimérico, as quantidades de material combustível e de oxigênio (caso o sistema seja fechado) vão diminuindo até um ponto em que o calor gerado pelas reações de combustão não é mais suficiente para sustentar o mecanismo de retroalimentação térmica. O processo da queima entra então no seu estágio de extinção.

O principal fator que afeta esta etapa é o índice de oxigênio do material polimérico.

1.2.1 - Fatores que afetam a flamabilidade em tecidos

As diversas maneiras de se reduzir a inflamabilidade dos polímeros podem ser agrupadas de modo geral nas seguintes categorias:

• Uso de agentes retardantes de chama reativos, (modificação química dos polímeros);

• Uso de agentes retardantes de chama aditivos;

• Aplicação de revestimentos antichama;

• Combinação de vários métodos.

Podemos dizer que não existe uma técnica que se aplique universalmente a todos os polímeros , em qualquer situação. Em vez disto, cada sistema polimérico poderá exigir soluções diferentes, dependendo dos requisitos particulares quanto à prevenção de incêndio de cada situação.

A modificação química de polímeros é bastante utilizada nos dias de hoje. Ela consiste na introdução de determinados grupamentos químico, (denominados Retardantes de Chama Reativos), diretamente nas macromoléculas durante a síntese das mesmas . Esta técnica apresenta vantagens quanto à estabilidade dos sistemas poliméricos resultantes, uma vez que a incorporação química dos

grupamentos retardantes de chama nas cadeias poliméricas os previne de serem eliminados, tornando sua ação mais consistente e duradoura.

O uso dos chamados aditivos retardantes de chama consiste na incorporação física de determinadas substâncias, durante a etapa de processamento dos polímeros. Esta técnica tem a vantagem de não ser diretamente ligada ao processo de manufatura dos polímeros, fator que aumenta consideravelmente o leque de possibilidades na busca de novos materiais. Em relação à técnica da modificação química, o uso de retardantes do tipo aditivo também apresenta vantagens com relação aos custos de matéria-prima e de incorporação. Por todos estes motivos esta é hoje a técnica mais utilizada.

1.2.2 – Teoria do fogo e incêndio

O fogo é um processo químico de transformação, ou seja, resultado de uma reação química exotérmica denominada combustão também caracterizada pela presença de luz. Para que se processe esta reação é necessário a presença de três elementos: combustível, comburente, e temperatura de ignição.

1.2.3 - Diferença entre fogo e incêndio

O fogo é a combustão sob controle, enquanto incêndio é toda e qualquer destruição ocasionada pelo fogo, que se processa fora do desejo e controle humano, com prejuízos consideráveis e não previstos.

1.2.4 – Tetraedro do Fogo

Figura 3 – Tetraedro do fogo Fonte adaptada da internet
http://www.extintoresmelisam.com.ar/informacion_po.php

1.2.5 – Combustível

É todo material susceptível de queima, sendo solido, liquido ou gasoso.

1.2.6 – Comburente

É o elemento ativador do fogo (oxigênio), que se combina com os vapores inflamáveis dos combustíveis, dando vida as chamas e possibilitando a expansão do fogo.

1.2.7 – Calor

É o elemento que dá início ao fogo, é ele que faz o fogo se propagar. Pode ser uma faísca, uma chama ou até um superaquecimento em maquinas e aparelhos energizados.

1.2.8 - Reação em cadeia

Os combustíveis após iniciarem a combustão, geram mais calor. Esse calor provocara o desprendimento de mais gases ou vapores combustíveis, desenvolvendo uma transformação em cadeia ou reação em cadeia. Quando uma fonte de calor aproxima-se de um material inflamável e se alastra, estamos diante de um incêndio, que produz grandes volumes de chamas e temperaturas intensas, causando danos às pessoas e ao patrimônio. Para que isso não

aconteça, são necessárias medidas preventivas para eliminação de algum dos elementos do fogo e de utilização de mecanismos que extingam e/ou retardem o início da reação, a fim de diminuir o seu alastramento.

Conforme quadro abaixo Quando se retira um dos elementos que compõe o triângulo do fogo, está se processando a extinção do incêndio.

1.3 - Teoria do recobrimento ou impregnação

O produto retardador de ignição cobre por completo as fibras, isolando-as do ar e constituindo uma barreira ao oxigénio necessário à combustão. Esta camada aguenta mais ou menos 500ºC.

1.3.1 - Teoria dos gases

O produto ignífugo libera gases que não ardem (são inertes) e diluem os gases provenientes da decomposição das fibras celulósicas, a temperaturas inferiores à da combustão da celulose.

1.4 -Teoria térmica: Atua sobre dois princípios

a) O calor produzido por um foco é dissipado através de uma alteração térmica da substância ignífuga, tal como a sublimação ou a fusão.

b) Este fenômeno conduz o calor rapidamente para a superfície da fibra, evitando que esta atinja a temperatura de ignição e arda.

1.5 - Teoria dos catalizadores de desidratação da celulose

O produto ignífugo é um catalizador da desidratação da celulose: assim a redução da inflamabilidade fica a dever-se a um aumento da carbonização da celulose (por uma reação ácida) a que corresponde a uma diminuição das matérias combustíveis.

Segundo estas teorias tem-se desenvolvido vários tratamentos ignífugos utilizando agentes que recobrem as fibras e ou agentes que penetram nas fibras, aplicados sob as formas de:

a) Acabamento nos tecidos.

b) Incorporação nos polímeros (fibras não naturais) antes da extrusão ou como componente dos polímeros.

c) Por acumulação ou enxerto na superfície da fibra.

Designam-se por ignífugos permanentes os que são ainda eficazes após 15 lavagens e podem chegar até 50 com alguma eficácia (até o limite da vida da peça têxtil).

1.5.1 - Alguns processos de ignifugação

Aplicam-se na tinturaria por esgotamento ou foulardagem ou meio de solventes.

- ERIFON (antimônio) - para algodão e viscose;
- THPC (fósforo) - proban + Metilaminas para tecidos vários PIROTEX EP;
- BOANENAX;
- PYROL 806 (para algodão + poliéster) que são compostos de fósforo e azoto;
- CALBAN F/R P-44 - composto aromático de bromo e antimônio. Para tecidos pesados;
- ZIPRO - sais de titânio e zicrónio - impregnação em qualquer estado - mancha, fio ou tecido - para lã - durante a tinturaria por esgotamento ou fulardagem ou meio de solvente;

1.6 - Proteção dos produtos têxteis contra a chama

Nos últimos anos tem continuando aumentado o interesse na forma que tem lugar a combustão responsável pelo modo de influenciar esta propriedade. Tendo em conta que a conseqüência de numerosos incêndios que se produzem a cada ano grandes anos, o objetivo dos materiais têxteis acabados inibidoras de chama o que fazem difícil a inflamação e a diminuição da inflamabilidade responsável pela combustão dos materiais possivelmente em questão.

O objetivo dos materiais ignífugos é a localização e inclusive a evitação dos incêndios por meio de um tratamento que converte os materiais de combustão fácil em difícil inflamação. Quando se define o material ignífugo se emprega freqüentemente outros térmicos em relação com acabado dos produtos têxteis, como são “sólido ao fogo” e “sólido a chamas”.

1.7 - Combustão das Fibras

Para compreender melhor o efeito dos produtos que reduzem a inflamabilidade dos materiais têxteis primeiramente devemos caracterizar a combustão das fibras. A alimentação da energia térmica até que a matéria tome fogo pode proceder das seguintes fontes:

- ação da chamas (800 a 1400ºC);
- transmissão por superfícies quentes, etc (200 a 2000ºC);
- radiação térmica.

A combustão das fibras tem lugar nas seguintes fases:

- Processos prévios de incêndio;
- Se inicia ao incêndio (inflamação);
- Combustão;
- Produção de gases de combustão e fumaça;
- Término da combustão.

As reações predominantemente endotérmicas até inflamação tem lugar a diversos níveis de temperaturas em direta dependência da classe da fibra em questão. A spirólise, ou seja, a fase de decomposição ao alimentar-se a energia térmica, se realiza em etapas. Se as temperaturas são baixas, então se destrói primeira e progressivamente as estruturas supermolares das fibras. Ao seguir aumentando a temperatura, se faz uma distribuição do polímero que dá lugar a

macroradicais e componentes sólidos, líquidos e gasosos, sendo possível eventualmente certas reações químicas entre as substâncias resultantes.

A inflamação, aqui se diferencia da inflamação espontânea provocada por agentes exteriores que são temperatura correspondentes, começa depois de haver alcançado a temperatura de inflamabilidade dos produtos combustíveis da pirólises. A combustão seguinte é uma reação entre a substância e o oxigênio, um processo exotérmico com desprendimento de calor e luz.

Uma condição prévia para que um material siga queimando depois de se haver retirado da fonte de inflamação e que a combustão dos componentes gasosos e da pirólise entrega mais energia que necessita a pirólises das fibras.

A combustão com chama segue, independentemente da fibra, a combustão sem chamas dos restos de carbono. O carbono é oxigenado a monóxido e dióxido de carbono.

A formação de monóxido de carbono deve ser considerada como uma situação crítica devido que sua presença não pode ser detectada por seu odor ou sabor, pelo seu bloqueio rápido (formação de carboxiemoglobina) o entercâmbio de oxigênio com os glóbulos vermelhos pode conduzir a morte.

A extinção de um incêndio pode ser dominado tomando as medidas cabíveis para apagá-lo, depois de uma combustão total ou lentamente por alto extinção. O incêndio se altosufoca quando a combustão dos gases da pirólise produzem menos energia que a necessária para manter a pirólise em ação.

1.7.1 - Fatores que influenciam no comportamento da combustão dos produtos têxteis

A dificuldade em prognosticar o comportamento em caso de incêndio se deve sobre tudo a que o comportamento da combustão das superfícies têxteis depende de uma série de fatores que são:

- A estrutura química e física das fibras;
- A construção do tecido;
- A presença de diferentes substâncias;
- A disposição tridimensional da amostra;
- A periferia do incêndio;

O valor LOI (Índice Limite de Oxigênio); Quanto maior o valor do LOI, mais favorável será o comportamento de combustão. O valor do LOI da concentração mínima requerida de oxigênio e uma mescla oxigênio/nitrogênio para que o material possa seguir queimando.

1.8 - Inflamabilidade das fibras

1.8.1 - Ação do calor

O aquecimento da lã a 100 ºC reduz a sua capacidade de absorver umidade, a sua resistência à ruptura aumenta sua solubilidade na água e em álcalis fraco diminui. Todos estes aspectos são acelerados quando na presença de água, além do calor. A temperatura de 150 ºC, em um autoclave as fibras se contraem se houver alguma umidade presente.

À temperatura de 160 ºC, a lã torna-se amarela, mas, se estiver acidificada, este processo é mais lento, o que é de interesse durante a carbonização.

Se a lã estiver impregnada com álcalis a pH acima de 10, o processo é acelerado tornando-se rapidamente amarela e perdendo grande quantidade de cistina.

1.8.2 - Como atuam os agentes ignífugos?

Existem diversas teorias sobre a forma que atuam os materiais têxteis acabados antiinflamações.

- Reação endotérmica:

O consumo adicional de energia que resulta na decomposição endotérmica do agente ignífugo faz com que a combustão tenha menos energia disponível e, por conseqüência a dificulta.

- Formação de gases dificilmente combustíveis ou inflamáveis:

A formação de gases que não queimam ou de baixa inflamabilidade, por exemplo: nitrogênio, amoníaco, dióxido de carbono, evita a combustão causar uma diminuição do conteúdo de oxigênio na fibra.

- Teoria da fusão:

A teoria da fusão está baseada na transformação do agente ignífugo a uma fase de fusão com aquecimento e consumo de energia. Isso faz mais liberação de gases combustíveis e a entrada de ar na superfície da fibra.

- Captura de radicais:

A teoria da captura de radicais diz que a alimentação de energia devido ao produto anti-inflamável produz um gás que liga os radicais reativos da combustão. Desta maneira há menos energia livre.

- Teoria da desidratação:

A teoria da desidratação válida para a celulose descreve uma condição da pirólise por meio de produtos desidratantes que dão lugar a uma propagação maior de substâncias de decomposição incombustíveis como a água e um esqueleto de carbono.

- Efeito ótimo com sinergias:

Sinergias conhecidas, ou dizer aumento do efeito, que resultam das combinações dos produtos e que melhoram o efeito em comparação com a soma dos efeitos individuais são: sinergias fósforo-nitrogênio, fósforo-halogênio e antimônio,halogênio.

- Modo de influenciar o comportamento da combustão: fibras celulósicas

Para descrever a influência do comportamento da combustão das fibras celulósicas se parte de um conceito ideal: a desidratação total. Ao dizer, uma desidratação completa da celulose com carbono como resíduo único. Isso conduz a uma limitação da posição de levoglucosano, no que dar lugar a sua vez a uma menor geração de compostos combustíveis. A desidratação é catalisada por meio de ácidos de Lewis como trióxido de antimônio, óxido de alumínio, cloreto de zinco etc. Entretanto, esta teoria tem sido aplicada com êxito na prática através de muitos agentes ignífugos.

Exemplo disso são os compostos de fósforos, os caules catalisam a desidratação a se formar ácido fosfórico em uma etapa intermediária, evitando ao mesmo tempo a combustão lenta da chama. O ácido fosfórico conduz a oxidação até dióxido de carbono. Os compostos orgânicos do fósforo, que se encontram reticulados com a resina que contém nitrogênio atuam conforme uma sinergia P-N. Isto significa um maior resíduo carbonizado, um maior conteúdo de água dos

produtos da pirólise e um melhoramento da desidratação em comparação com a obtida com os compostos de fósforos isolados. Em altas temperaturas resultam por exemplo amidas fosfóricas que reagem facilmente com os grupos hidróxidos da celulose e que freiam a formação levoglucosano.

Compostos inorgânicos como sais amoníacos, parafinas cloradas e os carbonos atuam principalmente asfixiando com os gases incombustíveis que resultam de sua decomposição, amoníaco e dióxido de carbono, assim como desidratando adicionalmente até desprender-se o ácido clorídrico das parafinas cloradas.

Este efeito de fusão pode ser conseguido põe exemplo como um acabado bórax/ácido bórico, dos quais decompõe-se gerando uma capa envolvente de vidro de espuma que evita a entrada de ar. Os pigmentos e os produtos químicos incombustíveis como o trióxido de antimônio, sulfato alcalinotérreos e etc. Atuam produzindo uma cinza dificilmente fusível e auxiliam a desidratação.

1.8.3 - Agentes que fazem as fibras sintéticas dificilmente inflamar

Poliéster: ao lado de sais orgânicos e inorgânicos usados em materiais de poliéster que não são permanente empregados nos seguintes compostos para obter um efeito duradouro:

compostos que contém fósforos e halogênio, substância com halogênios e produtos com derivados orgânicos de fósforo capazes de polimerizar-se.

Poliamida: para esta matéria se utiliza freqüentemente sais inorgânicos solúveis em água sobre todo sal amoníaco ou substâncias orgânicas como a uréia ou a tiuréia, para efetuar uma material ignífugo que não é permanente. Com o objetivo de obter efeitos duradouros se empregam, como é no caso do poliéster, os compostos orgânicos e halogênios.

Fibras poliacrilonitrílicas: no acabado de PAN não se pode verdadeiramente chegar a um efeito antiinflamável permanente. Como produtos inorgânicos se utilizam entre outros, o brometo ou fosfato de amônia.

Poliéster/Celulose: para acabado ignífugo dos artigos de mescla de poliéster/celulose se aplicam freqüentemente sais de fósfonio em combinação com materiais que contenham bromo, sempre que não se necessita de um tratamento permanente. Quando se exige um acabamento duradouro se trabalha

com THPC que se usa para artigos até com 50% de poliéster, ou com N-metilol-diaquilo-fosfono-carboxiamidfas utilizados para materiais com até 15% de poliéster.

1.8.4 - Procedimento de acabamentos

Para efetuar o acabamento ignífugo em meio aquoso se tem basicamente métodos contínuos e descontínuos.

Procedimento em acabamentos em água:

- Procedimento com foulard;
- Procedimento de raclado;
- Procedimento de aplicação de espuma;
- Procedimento de umectação unilateral;

Recobrimento do avesso por meio de uma impregnação unilateral do agente ignífugo especificado.

O emprego de uma agente inflamável requer uma certa substantividade. Muito embora, a maior parte desses produtos ignífugos usados não são substantivos, portanto se faz imposto obrigatoriamente o método com foulard. Este procedimento garante aplicação uniforme de uma grande quantidade de banho de tratamento e uma boa penetração do material que está sendo acabado. Para artigos com alta sensibilidade de formação não permite um tratamento em foulard, se utilizam freqüentemente como alternativa outros procedimentos citados anteriormente.

Um exemplo disso são as partículas com pelo, como os veludos e materiais similares. Os quais recebem como revestimento um banho específico contendo um agente antiinflamável.

No procedimento do rociado, se utiliza muito pequeno para artigos de não-tecido.

1.8.5 - Fatores importantes

Para determinar, toda via alguns fatores que são importantes para realização de um acabado ignífugo. Entre isso se encontram um pré tratamento ótimo,

dissolução correta dos produtos ajuste do PH, aplicação uniforme do produto, respeito das condições corretas de secagem e fixação.

No caso de acabados mistos:

Interação dos componentes que influa nos efeitos, por exemplo: tratamento antiinflamável/ fácil cuidado.

1.8.6 - Acabamento ignífugo no setor têxtil

Entre os acabamentos têxteis mais importantes é imperioso citarmos o acabamento antichamas.

Diferente dos outros tratamentos de enobrecimento, destinados especialmente a criar um artigo mais agradável ou ainda mais ao gosto dos requisitos da moda, o acabamento antichama encontra-se entre os tratamentos definidos como “técnicos”, isto é, ao nível de produzir um tecido idôneo para ser utilizado em setores específicos, em adornos especiais , móveis, estofamentos automotivos etc.

Não se trata, portanto, de uma questão de moda, mas de satisfazer um requisito técnico, definido em normas específicas, que requer um tecido antichama, que pode ser utilizado no mercado para uma determinada finalidade ou emprego. O fato de não superar essas especificações técnicas elimina automaticamente a possibilidade de uso do citado tecido.

Nos dias de hoje, o mercado europeu que requer maiormente tecidos antichamas é sem dúvidas o inglês. Isso, graças a uma severa legislação que provavelmente se desenvolveu em virtude de numerosos incêndios, sobretudo em locais públicos, que causaram a morte de centenas de pessoas. A legislação inglesa, de fato, prevê que praticamente todos os tecidos destinados ao uso público devem ser testados do ponto de vista antichamas. A tendência agora é a de estender ao mesmo tratamento para todos os tecidos destinados ao uso privado.

Além do Reino Unido, também a Alemanha, a França, a Holanda e a Bélgica estão discretamente ativas nessa direção. Existe ainda o mercado dos Estados Unidos, com enorme potencial e sobretudo muito atento ao problema de incêndio em lugares públicos.

De fato, á em 1954 foram introduzidas as primeiras disposições legislativas a respeito de tecidos antichamas (Flammable Fabrics Act).

A Itália, neste momento, permanece em observação, pelo menos quanto à legislação antichamas. Não obstante a indústria têxtil italiana foi uma das primeiras no tocante a tratamentos ignífugos, graças ao elevado volume de tecidos que vem exportando aos países do norte europeu anteriormente citados.

Dado que cada nação tem no momento sua legislação antichamas, o acabador italiano deve estar atualizado sobre todas as normativas para poder produzir um tecido que possa ser vendido com segurança, por exemplo, no mercado inglês para a produção de tendas ou cortinas, ou no mercado alemão.

No fundo, as diferenças são mínimas, mas são usados métodos e sistemas de medição diferentes. A indústria química produtora de produtos antichamas deve, portanto, estar preparada para fornecer, além de produtos mais idôneos do ponto de vista têxtil, também o suporte tecnológico e a assistência técnica para poder garantir ao cliente têxtil a aprovação do produto, tanto pelas normas francesas quanto pelas inglesas. Para fazer isso, é necessário um contínuo contato com técnicos do setor nas várias nações, para poder estar atualizado sobre as avaliações normativas. Tudo isso, na expectativa de uma unificação dos testes antichamas, pelo menos em nível europeu.

2 - Exigências do mercado

O incremento de tratamentos antichamas sobre uma grandíssima parte dos tecidos causou o surgimento do problema do aspecto do tecido propriamente dito. Não devemos nos esquecer, por exemplo, que, enquanto para um carpete, ter um toque mais áspero pode ser de importância secundaria, o mesmo não pode-se dizer para um macacão de trabalho ou para uma cortina. Se acrescentarmos que os acabadores italianos são conhecidos no mundo todo também pelas cores dos seus tecidos e pelas estampas particularmente brilhantes, não podemos negligenciar o impacto que os produtos antichama causam sobre essas cores e sobre o já citado “toque”.

A problemática da influência dos produtos químicos antichamas sobre as características próprias dos tecidos é um dos campos onde é maior a

concorrência entre as companhias químicas. Para o futuro Know-how das empresas torna-se necessário produzir não mais um tecido ignífugo, mas um artigo têxtil com características antichama.

2.1- Produtos químicos e fibras antichamas

Atualmente existem dois modos para se produzir um tecido antichamas:

1) usar fibras já intrinsecamente antichamas;

2) usar fibras não ignífugas e aplicar sucessivamente um tratamento químico antichamas.

- Inflamabilidade: é o início da combustão de um material têxtil. Requer uma fonte externa de calor, a uma determinada temperatura.

- Ignífugo: é o termo genérico dado a um material têxtil ou a um acabamento apto a restringir o fogo. Os ingleses definem “flame resistant” um material que freia a combustão, enquanto utilizam o termo “fireproof” para aquele material que, apenas retirado do ação da chama, se apaga imediatamente.

- After glow: é um termo que indica a combinação da combustão com o mecanismo da incandescência. Pode-se traduzir como pós-incandescência e é particularmente importante quando se fala de fibras sintéticas.

Principais produtos encontrados no mercado

- Boratos e ácido bórico: são utilizados quase que somente sobre as fibras celulósicas. A sua ação antichama é devido à capacidade de formar uma película “vidrada” que envolve a fibra e impede seu contato com o oxigênio. Trata-se essencialmente do hidrato de boro

($Na_2B_4O_710H_2O$), e de suas várias misturas.

- Sulfatos: alguns inorgânicos sofisticados e entre estes, como exemplo, se encontram o gesso e o alume (alumínio), conhecidos como antichama há longo tempo. O que vem sendo usado na atualidade em quantidades maiores é o sulfato de amônio $(NH_4)2SO_4$.

Esse produto é ativo porque, decompondo-se, libera o amoníaco que, sendo incombustível, dilui os produtos voláteis combustíveis que possam estar presentes; de outro lado, a decomposição serve para diminuir a concentração de oxigênio que se encontra próxima à fibra.

2.2 – Novas alternativas de produtos têxteis ignifugos

2.2.1 - Fibras à prova de fogo

Inicialmente só havia a possibilidade de tornar produtos têxteis ignífugos, submetendo-os a processos de acabamento suplementares. Existem, no entanto, campos de aplicação específicos, onde se deparam com problemas que só podem ser solucionados mediante a utilização de artigos com características inibidoras de chamas permanentes como por exemplo, os artigos de fibras químicas modificados.

Em têxteis submetidos a processo de acabamento, não pode saber até que ponto estes efetivamente mantém a sua capacidade ignífuga, mesmo que a permanência do acabamento seja garantida por um certo número de lavagens. Resultados reproduzíveis relativo ao acabamento exigem um rigoroso controle de cargas, podendo muitas vezes surgir problemas no resultado final.

Todas essas dificuldades podem ser evitadas pela utilização de fibras químicas permanentemente modificadas.

São oferecidas diversos tipos no mercado, entre eles também estão incluídos a lã e o algodão, submetidos a processos de acabamento. Nos processo de acabamento e nas fibras que necessitam de uma grande quantidade de agentes de modificação, há uma clara influência nos dados técnicos, principalmente no que diz respeito à solidez, à resistência, à fricção ou ao comportamento de encolhimento.

Algumas fibras só podem ser transformadas mediante aplicação de um ¨*know how*¨ especial e não mediante qualquer processo. Claras desvantagens existem em muitos tipos no que diz respeito à capacidade de tingimento, respectivamente quando estes são submetidos a tratamento com produtos de acabamento, referentes ao desbotamento das cores.

O grau da capacidade ignifuga foi medido de acordo com a quantidade de testes efetuados. Os têxteis de lã com acabamento FR ou as fibras modacrilico demonstraram um comportamento excelente em testes com focos maiores que as exigências das normas alemãs de construção DIN 4102, B1, ou da norma standard derretimento do poliéster FR e do modacrilico foi considerado uma

desvantagem como, por exemplo, no teste ao fogo para assentos na Inglaterra, segundo a norma BS 5852. Isto poderá no entanto ser compensado por uma montagem mais adequada dos assentos.

2.2.2 - Testes

A formação de fumaça e a toxicidade dos gases de combustão são fatores para os quais as atenções se têm voltado nos últimos tempos. Neste campo, a indústria e a aeronáutica mundialmente considerada como as mais relevante. A Airbus Industries foi a primeira companhia a decretar valores limites para diversos componentes em ATS 1000.001, com o intuito de reduzir a toxicidade dos gases de combustão. Estes valores teoricamente não refletem no entanto os graus reais da toxicidade. Podem ser melhor apurados em testes “in vivo” com ratos.

A lã e o algodão ainda têm um comportamento favorável a baixas temperaturas, mas em níveis mais altos, obtém-se de imediato uma taxa de mortalidade inaceitável. A título indicativo. vale a pena ressaltar as normas ISO comumente indicados para testes de inflamabilidade.

Norma	Edição	Definição	Uso Final
ISO 3795	1976	taxa de propagaçãodas chamas horizontal	industria automobilistica (MVSS)
ISO 4880	1984	Definição de termos	Geral
ISO 6925	1981	Methenamine tablets	Tapetes
ISO 6940	1983	Inflamabilidade, vertical	Cortinas
ISO 6941	1983	Taxa de propagação das chamas, Vertical	Cortinas
ISO 8191 PARTE 1	1987	Cigarro	Estofados
ISO 8191 PARTE 2	1986	chama de butano	Estofados

Tabela 5 - Normas ISO comumente indicados para testes de inflamabilidade.

2.2.3 – Propriedades do poliéster ignífugo

PROPRIEDADES	Unidade	Poliéster Ignífugo	Fibras de Poliéster não modificada
Ponto de fusão	ºC	252	256
Temperatura de transição vítrea	ºC	78	80
Peso Específico	g/cm^3	1,38	1,38
Tenacidade maxima	cN/tex	39-45	45-60
Alongamento à ruptura	%	25-41	25-55
Abrasão das fibras	CICLOS	2000-2800	2800-3500
Absorção de umidade	%	0,4	0,4
Encolhimento à ebulição	%	< 1	< 1
Encolhimento ao ar quente	%	05/nov	7,5-12

Tabela 6 - Propriedades do poliéster ignífugo

2.2.4 - Poliéster ignífugos

As fibras de poliéster apresentam uma série de características positivas, o que facilita o seu emprego em vários campos. A modificação para o acabamento ignífugo permanente é efetuado com a adição de composições fósforo-orgânicos diretamente integrados na molécula da fibra, durante o processo de polimerização. O efeito material termoplástico, o poliéster, inicialmente quando exposto a pequenas chamas, derrete, impossibilitando a criação de um foco de fogo. Quando exposto a chamas maiores, o composto organofósforo impede a combustão das gotas derretidas, influenciando a composição do gás de pirólise. Deste mecanismo duplo resulta uma ótima proteção contra as chamas. A diferença de características técnicas entre o poliéster normal e o poliéster ignífugo é acentuada.

2.2.5 - APLICAÇÕES DOS MATERIAIS IGNÍFUGOS

Na produção de artigos têxteis para decoração, a capacidade ignífuga, design e economia não são os únicos fatores relevantes. No caso de tecidos para cortinas, por exemplo, é preciso apresentar resistência ao desbotamento, alta capacidade de proteção contra raios UV, estabilidade dimensional e às características de tratamento.

Além de utilizar no revestimento, os tecidos de fibras de poliéster ignífugas são cada vez mais aproveitados em hotéis, hospitais, escritórios, aviões, etc., também como tecidos para móveis, divisórias e revestimento de paredes. Aqui contam sobretudo sua capacidade de resistência de à abrasão (atrito) a 85.000 rotações no teste Martindale, bem como a sua resistência ao desbotamento.

Para um eficaz isolamento do som e do calor, os revestimentos para paredes podem ser estofados no avesso com não-tecido agulhado de fibra de poliéster ignífuga. Já em cadeiras de escritórios, os tecidos de fibra anti-chama demonstram excelentes resistência à abrasão.

Recentemente surgiu também grande interesse na utilização de fibras ignífugas para revestir roupas e equipamentos de cama. Incêndios em leitos e camas acontecem sobretudo em asilos, clínicas psiquiátricas, centro de tratamento intensivo e até mesmo em hotéis. São geralmente provocados por atos propositais, negligência ou falta de capacidade de reação.

Isto fez com que na Inglaterra, países escandinavos e na França fossem prescritos esquipamentos não inflamáveis para camas, a fim de reduzir os riscos para pessoas e materiais. É importante ressaltar que tanto o colchão e a roupa de cama, como também os travesseiros e cobertores sejam ignífugos, podendo passar, nesta combinação, num teste de fogo.

Neste sentido, foram efetuados uma série de ensaios de fogo em camas, para que se pudesse encontrar as combinações de materiais adequados. Desta forma, já estão disponíveis no mercado equipamentos de cama ignífugos, que não pegam fogo por causa de um cigarro ou de fósforo. Trata-se de uma combinação de colchão em espuma ignífuga, forro de colchão e roupa de cama composto com poliéster 100% ignífugo.

USUÁRIOS	**Nomex**	**Nomex**	**Nomex**	**Nomex**	**Nomex**	**Viscose**
	III	**Delta A**	**Delta T**	**Delta C**	**Delta FF**	**Ignífuga**
Bombeiros	-	-	-	-	-	-
Indústria Petroquímica	-	-	-	-	-	-
Pilotos de corrida	-		-	-		
Serviços Públicos	-	-	-	-	-	-
Militares	-	-	-	-	-	

Tabela 7 - Classificação para as fibras ignifugas Nomex

NOMEX III – composto de 95% de fibra nomex e 5% de fibras kevlar.O kevlar forma uma retícula semelhante ao aço que ajuda a manter os tecidos intactos durante a exposição ao intenso calor e chamas. A mistura de fibras nomex III pode ser tingida por casas especializadas em tingimento comercial, e por tecelagens. Após mais de 25 anos, o nomex III ainda é a única mistura de fibras de seu tipo, comercialmente disponível no mercado. Devido as suas resistências em todas as direções, a mistura de nomex III é usada para uma infinidade de trajes, onde a proteção térmica é uma necessidade.

NOMEX DELTA A – uma mistura entranhada de fibras nomex (93%), fibras kevlar (5%) e de P140 (2%), uma fibra de revestimento de poliamido com núcleo de carbono, de propriedades anti-estáticas. Fabricada para oferecer uma solução no desempenho de proteção térmica ou no manuseio do tecido.

NOMEX DELTA T – uma mistura estranha de fibras coloridas pelo fabricante nomex (75%) e kevlar (23%) e de P140 (2%). A mistura de fibras nomex delta T foi especificamente projetada em resposta à necessidade dos bombeiros de trajes de alto desempenho com pesos menores ou equivalentes, que é uma necessidade facilmente transportada a outros usos finais.

NOMEX DELTA C – mistura das fibras nomex “fibra – fina“ (93%), kevlar (5%) e do componente anti-estático P140 (2%). A mistura de fibras nomez delta C foi desenvolvida para atender à necessidade de trajes muitos confortáveis, com o mesmo tipo de desempenho de proteção térmica da mistura de fibras nomex III. Os reduzidos diâmetros da fibra da marca nomex reduz ainda mais a rigdez do tecido e aspereza de sua superfície. Além disso, absorção de umidade é melhorada, assim como é aumentada a dissipação global do calor metabólico gerado pela atividade físico humana.

NOMEX DELTA FF – desenvolvida para uma série de aplicações em que o conforto é mais importante que a coloração. Exemplos incluem artigos retardante anti-chamas, forros à prova de fogo e máscara faciais.

VISCOSE IGNÍFUGA – NOMEX – para aplicações que a maciez do tecido e a não-inflamabilidade são importantes, mas cujo os trajes não foram projetados para serem, usados como “barreiras de proteção”, foi desenvolvido misturas de viscose ignífuga nomex. Para macacões e calças, o fabricante recomenda uma mistura de 50/50, um peso de tecido de 250 g/m^2 e uma padronagem sarja 2 X 1. Para camisas, é recomendado uma mistura de 65/35 e um tecido de tecedura simples de 150 g/m^2.

3 – Desenvolvimento

3.1 - Dados Estatísticos, Casos de Sucesso Referências

3.1.1 - Número de incêndios no Brasil em 2008

Registrados: 144.232
Estimados: 168.385
A quantidade real de incêndio é muito maior que a indicada, já que:

a) alguns estados não enviaram os dados para a SENASP (Secretária Nacional de Segurança Pública);

b) o Corpo de Bombeiros está presentes em apenas 11,41% dos municípios;

c) em um número significativo de incêndios os bombeiros não estão envolvidos porque não são acionados, ou porque esses são combatidos por brigadas de incêndio, pessoas presentes no local ou porque outras entidades como prefeitura, bombeiros civis, etc. atuaram.

Fonte: SENASP

3.2 - Número de incêndios registrados no Estado de São Paulo em 2009 e 2010

	OCORRÊNCIA / GB	CAPITAL	GRANDE SP	INTERIOR	ESTADO
2009	Incêndio em vegetação natural	1.311	898	12.311	**14.520**
	Incêndio diverso	3.299	849	7.865	**12.013**
	Incêndio em edificação	2.505	1.497	4.612	**8.614**
	Incêndio em veículo	1.134	883	2.447	**4.464**
	Incêndio em objeto fora de edificação	174	109	440	**723**
	Incêndio em vegetação cultivada	41	14	355	**410**
	Incêndio em GLP dentro de edificação	50	45	173	**268**
	Incêndio em GLP fora de edificação	26	22	59	**107**
	TOTAL DE INCÊNDIOS	**8.540**	**4.317**	**28.262**	**41.119**

	OCORRÊNCIA / GB	CAPITAL	GRANDE SP	INTERIOR	ESTADO
2010	Incêndio em vegetação natural	2.876	3.084	25.071	**31.031**
	Incêndio diverso	3.816	1.173	13.510	**18.499**
	Incêndio em edificação	2.650	1.643	4.881	**9.174**
	Incêndio em veículo	1.191	858	2.723	**4.772**
	Incêndio em vegetação cultivada	34	25	766	**825**
	Incêndio em objeto fora de edificação	116	180	469	**765**
	Incêndio em GLP dentro de edificação	52	44	127	**223**
	Incêndio em GLP fora de edificação	18	18	66	**102**
	TOTAL DE INCÊNDIOS	**10.753**	**7.025**	**47.613**	**65.391**

Tabela 8 - Ocorrência de incêndios 209/2010. Fonte: Corpos de Bombeiros Militares do Estado de São Paulo

3.3 - Vitimas de incêndios – Corpo de Bombeiros

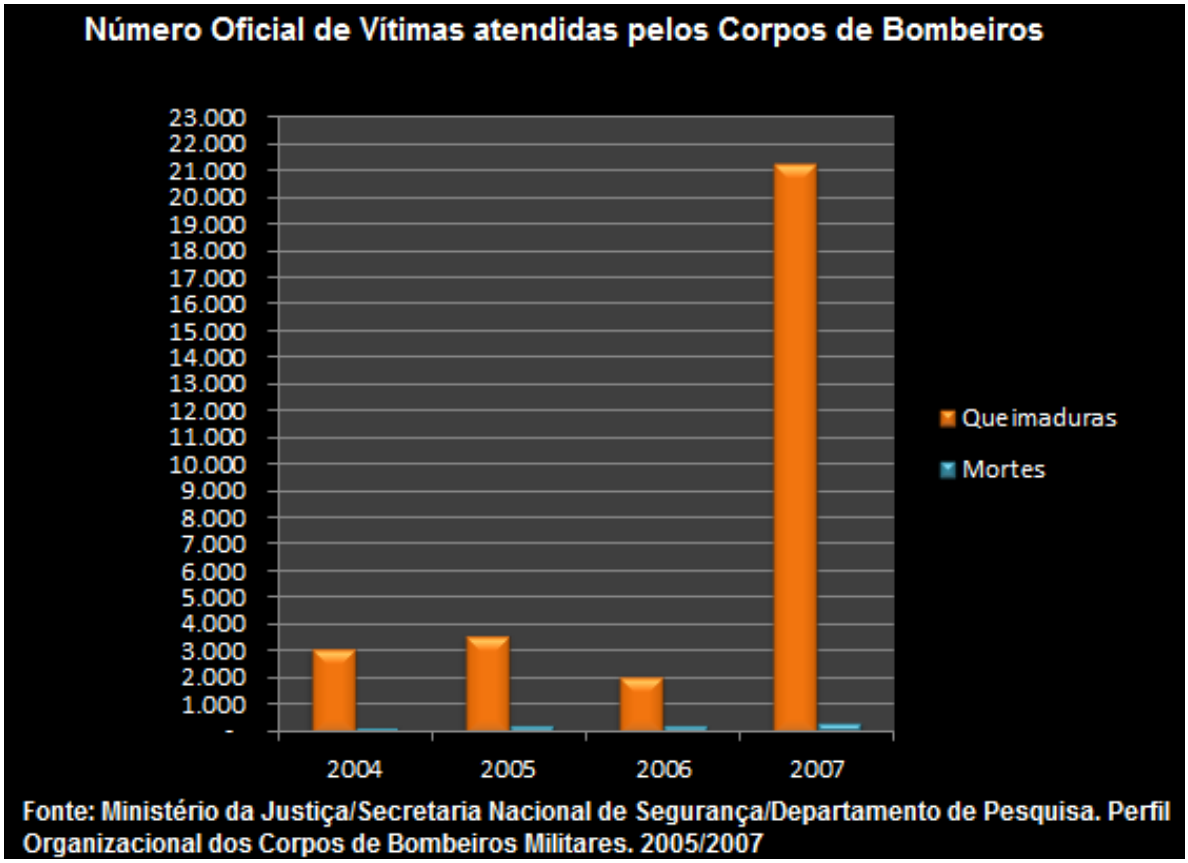


Gráfico 1 - Vítimas de incêndios

3.4 - Vitimas fatais de incêndio – DATASUS (Banco de Dados Sistema Único de Saúde)

Mortes por exposição ao fogo ou fumaça em 2007		Regiões do País					Total
CID	Locais	N	NE	SE	S	CO	
X0	Exposição ao fogo não-controlado em edifícios e outro tipo de construção						
X0.0	Residência	3	8	26	55	5	**97**
X0.1	Habitação Coletiva	1	2	5	3	11	**22**
X0.2	Escolas, outras instituições e áreas de administração pública		2	16	5	1	**24**
X0.3	Área para prática de esportes e atletismo		1		1	1	**3**
X0.	Rua e estrada	8	20	29	13	10	**80**
X0.5	Área de comércio e de serviços	1		3	1	1	**6**
X0.6	Áreas industriais e em construção	3	10	22	9	8	**52**
X0.8	Outros locais não especificados	3	10	22	9	8	**52**
X0.9	Local não especificado	29	185	302	130	50	**696**
X76	Lesão provocada intencionalmente por fumaça e chamas	3	23	98	33	17	**174**
							1.206

Tabela 9 – mortes por exposição a fumaça. Fonte: http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sim/cnv/obt10uf.def. Acesso em 09.06.2011

4 - Cenário Brasileiro

-Normas de segurança são extensas e complexas, tornando difícil sua interpretação.

- Os códigos também precisam de atualização.

Questões cruciais como a propagação do fogo não são bem abordadas.

- Estudo do Brasil sem Chamas (BSC) constatou sobreposição de leis e normas nas diferentes instâncias.

- O BSC tem importante atuação e continua trabalhando pelo aprimoramento do Marco Regulatório na área de segurança contra incêndio.

- A Abichama trabalha em parceria com órgãos competentes para mudar esse cenário.

- INMETRO considera critérios de flamabilidade em assentos para eventos esportivos.

- A Diretoria de Qualidade do INMETRO promoveu no segundo semestre de 2012 uma consulta pública para a regulamentação dos assentos para eventos esportivos. Essa é uma demanda de mercado bastante urgente e relevante para o Brasil neste momento.

Importantes empresas do setor participaram da consulta pública que envolveu produtores, certificadores, órgãos reguladores e entidades relacionadas. Muitos pontos foram discutidos pelas partes envolvidas, entre eles a flamabilidade dos assentos.

O regulamento do INMETRO, originalmente baseado na NBR 15925, tinha foco somente nos assentos plásticos. Com o trabalho de argumentação da Abichama e do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) e ABNT, entre outros órgãos competentes, onde foi possível contribuir com o órgão regulador para aprimorar o conteúdo da Norma.

Após a consulta pública, o INMETRO contemplou as sugestões da associação e, agora, os assentos das categorias “público geral” e “hospitabilidade” estão contemplados nos critérios de flamabilidade, cooperando com a segurança geral dos estádios.

Os assentos das categorias “VIP” e “VVIP” ainda não foram contemplados pelo regulamento em função de uma limitação de mercado.

5 - Segurança contra incêndio: regulamentação em outros países.[1]

5.1 - Destaque Reino Unido e Irlanda

- Desde 1988: normas rígidas sobre a inflamabilidade de móveis estofados e colchões;

- Retardantes de chama usados para cumprir a regulamentação com resultados efetivos;

- Houve reduções de pelo menos 50% no número de feridos e mortos em incêndios;

[1] **International Fire Statistics and the Potential Benefits of Fire Counter-Measures.** A. Emsley et al., University of Surrey, UK, 2005 Considerando aumento no uso do alarme de incêndio (Reino Unido, 2002)*

6 - Os retardantes de chama salvam vidas

Tempo de fuga sobe de 2 para 20 minutos

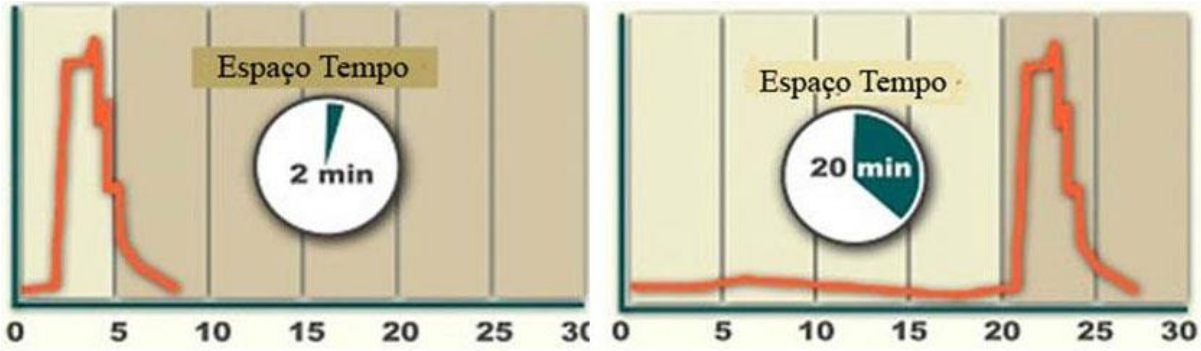


Gráfico 2 – tempo para escapada de incêndios Fonte adaptada da internet http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-temporarias/externas/54a-legislatura/tragedia-em-santa-maria-rs/reunioes-1/audiencias-publicas/apresentacao-abichama

6.1 – Ensaios de Qualidade e Normatização

6.1.1 - Regulamentação

Regulamentação varia de Estado para Estado. Diante do alto índice de mortes em incêndios residências, o *National Fire Protection Association* destaca as iniciativas de segurança contra incêndio como a chave para qualquer redução significativa. Dentre cinco principais estratégias, o NFPA recomenda:

"Regulamentação que exija maior resistência contra inflamabilidade e especificamente a utilização mais ampla de móveis estofados e colchões mais resistentes à ignição de produtos com alto potencial de incêndio"

7 - Referências Internacionais

Reino Unido vs. França, Alemanha, Itália, Bélgica, Holanda e Polônia

O gráfico comparativo de incêndios ocorridos no Reino Unido, França, Alemanha e Itália mostra que o tempo de escape no Reino Unido é consideravelmente superior aos demais países. Isso reflete a rigidez das normas existentes nesses países e os resultados efetivos da utilização dos retardantes de chama.

O segundo gráfico comprova a efetividade dos retardantes de chama no aumento da resistência à combustão, já que apresenta os níveis de fumaça produzidos pelo incêndio.

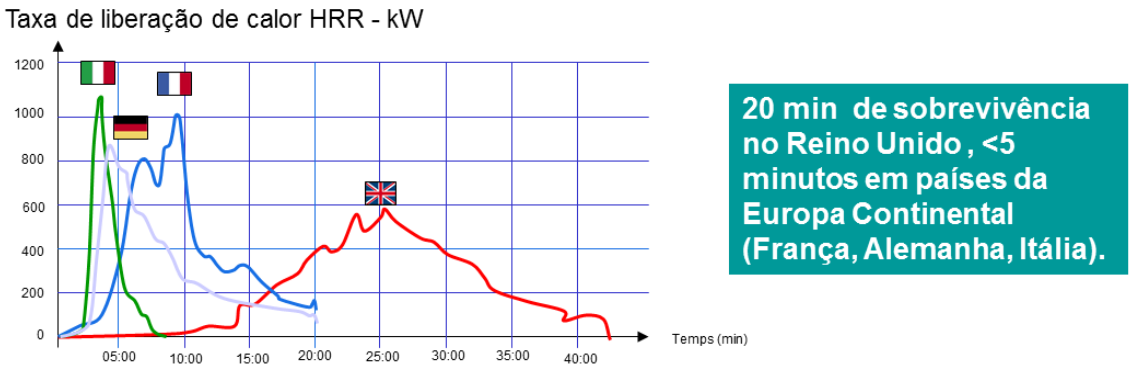


Gráfico 3 – Taxa de liberação de calor

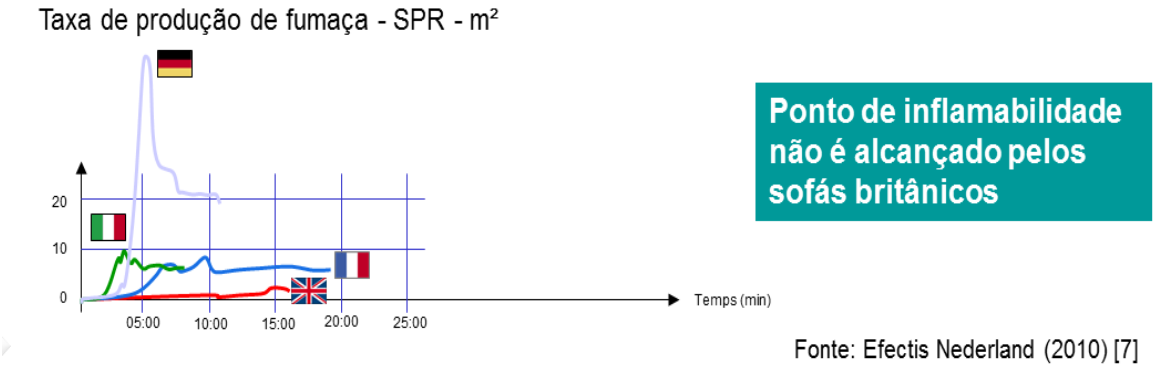


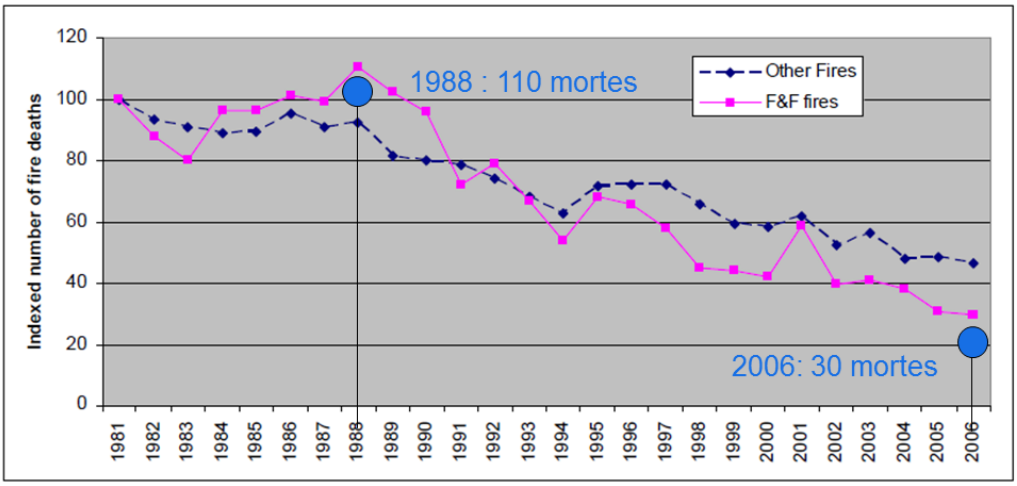
Gráfico 4 – Taxa de produção de produção de fumaça

Com a qualidade dos padrões britânicos para normas com critérios de inflamabilidade, a taxa de mortalidade por incêndio em móveis teve uma redução contínua durante 25 anos, passando de 110 para 30 vítimas fatais durante o período.

É importante ressaltar que a redução de mortes por incêndio em móveis foi superior a outros tipos de incêndios. O que reforça a importância da aplicação dos retardantes de chama no poliuretano utilizado nestes objetos.

A maioria das estratégias de retardamento de incêndios consiste em reduzir a inflamabilidade do material de estofamento e aumentar a resistência à combustão do material de revestimento. E como os dados apresentados mostram é possível salvar vidas com essa tecnologia.

Mortalidade por incêndios em móveis no Reino Unido (1981-2006)



Taxa de mortalidade sofreu uma redução maior para incêndios em móveis do que para outros tipos

Gráfico 5 – Mortalidade por incêndios ao longo dos anos no Reino Unido

7.2 - Regras Adotadas por Países na segurança de boates

7.2.1 - Israel submete alvarás a parecer de cinco órgãos, e EUA e UE adotam descentralização de regras; compare as normas.

Entretanto, os parâmetros adotados tendem a seguir as recomendações da prestigiada Associação Nacional de Prevenção contra Incêndios (NFPA, na sigla em inglês) e da entidade da indústria americana para a segurança de edifícios, o International Code Council.

Depois do incêndio na boate The Station, que matou cem pessoas no Estado de Rhode Island em 2003, muitas destas recomendações foram reformuladas e ficaram mais rigorosas.

Entre as principais medidas de segurança está a exigência de borrifadores automáticos de água (sprinklers) em imóveis novos e locais com capacidade para mais de cem pessoas. O uso de isolamento acústico inflamável ou tóxico - como a espuma de poliuretano usada na boate The Station em 2002 - é estritamente proibido.

Outro parâmetro requer a presença de um funcionário treinado para atuar em situações de emergências, dirigindo os clientes para as saídas, por exemplo, na proporção de um funcionário para cada 250 pessoas.

Além disso, há regras mínimas que regem as saídas de emergências: deve haver no mínimo duas portas para cada casa noturna. As casas com capacidade para 500 a mil devem ter no mínimo três. A partir de mil espectadores, os locais precisam ter quatro portas.

O cálculo para a largura das portas leva em conta o tempo necessário para a evacuação dos presentes com segurança. A lógica é que as entradas principais permitam a saída de pelo menos dois terços da clientela rapidamente. Entram no

cálculo a existência ou não de degraus, a distância a ser percorrida, a largura das saídas e o fluxo de pessoas.

Fonte: O Estado de S.Paulo | 30 de janeiro de 2013 |Link: http://goo.gl/1qJeQ

7.2.2 - Caso : Estados Unidos – Clube The Station (2003) National Fire Protection Association

Duas apresentações na WSC&E® examinam as mudanças aos códigos, a investigação e a legislação relacionadas com os incêndios nos clubes noturnos

Por Robert Duval (Investigador de incêndios sênior na NFPA e diretor Regional no Estado de New England.)

Na noite do dia 20 de fevereiro de 2003, um incêndio propagou-se rapidamente no clube noturno West Warwick, em Rhode Island (EUA). Esse incêndio destruiu por completo o edifício e resultou em 100 mortes e mais de 200 feridos, tornando-se o quarto evento mais mortífero em clubes noturnos na história dos Estados Unidos. Esse incêndio evocou imediatamente a lembrança de outros incêndios trágicos em ocupações de locais de reunião de público, como o Cocoanut Grove, o Rythm Club e o Beverly Hills Supper Club. Ao analisar essas tragédias, é possível encontrar muitos fatores comuns, incluindo os acabamentos interiores combustíveis, a sobrelotação e problemas com as saídas.

Após meses de estudos e análise, efetuaram-se diferentes mudanças aos códigos chave da NFPA, resultando em novos requisitos que deveriam ajudar a mitigar ocorrências similares no futuro. Essas mudanças afetaram o NFPA 101® (*Código de Proteção da Vida*), o NFPAA 5000® (*Código de Construção e Segurança de Edificações*) e o NFPA 1 (*Código Uniformizado de Proteção contra Incêndio*) em relação às ocupações de locais de reunião de público.

7.2.3 - The Station - Construção e ocupação do edifício

O edifício que sediava a casa noturna The Station foi construído aproximadamente em 1946. A estrutura foi utilizada como restaurante, estalagem e clube noturno por diferentes proprietários. Desde a sua construção, o edifício sofreu numerosas renovações e reparações.

De acordo com os registros, em 1991 as instalações foram transformadas em casa noturna. O edifício tinha uma estrutura de madeira com uma fachada

com teto tipo mansarda do lado norte. As paredes eram de madeira, com telhas de madeira no exterior. A estrutura de madeira do teto era quase toda plana, com uma cobertura de asfalto. Uma cave parcial estava situada na parte inferior da porção oeste do edifício.

O interior do edifício estava organizado em duas partes: o bar e o clube. A área do bar estava situada na porção nordeste do edifício (à esquerda entrando pela porta principal). Essa área incluía também a cozinha e uma sala de jogo de dardos.

Uma plataforma elevada estava situada centralmente na parede oeste da zona do clube. Atrás da plataforma se encontrava uma alcova destinada a dá-lhe mais espaço. Quando os grupos tocavam, o baterista em geral ficava nessa alcova. A área do teto situada diretamente em cima da plataforma era ligeiramente elevada de forma a permitir a instalação de uma unidade de iluminação do palco. O acabamento interior consistia, de acordo com os relatórios, em superfícies pintadas, painéis de madeira e um isolamento de espuma plástica expandida.

Em um esforço para diminuir o ruído no exterior do clube quando as bandas tocavam, aplicou-se um material isolante de espuma expandida nas paredes do clube do lado de dentro, em volta da plataforma e na alcova do baterista.

O edifício estava equipado com um sistema de alarme de incêndio que consistia de caixas de alarme manuais, detectores de fumaça e unidades de notificação por sirenas e estroboscópios. Os detectores de calor estavam situados em todas as instalações, incluindo em cima e em baixo da plataforma na zona do clube. O sistema de alarme de incêndio não estava conectado a um serviço de estação central ou a uma central de alarme do corpo local de bombeiros.

Essas instalações não estavam protegidas com sprinklers automáticos. Extintores portáteis estavam localizados em todas as instalações, embora não tenha sido possível determinar a sua distribuição exata e localização. A cozinha dispunha também de um sistema químico de extinção para a zona de preparação dos alimentos.

Na noite do incidente, o clube apresentava um programa com diversas bandas, incluindo a apresentação principal. A banda principal subiu ao palco aproximadamente as 11h7mn. Segundos depois do início da apresentação, foram

ativados dispositivos pirotécnicos no centro da plataforma, diretamente em frente da alcova do baterista.

Uma estação de televisão local estava filmando as atividades da noite para uma reportagem sobre a segurança nos clubes noturnos. Esse vídeo forneceu um relato das atividades no interior do clube nos momentos que levaram ao incêndio, bem como dos primeiros momentos depois de se ter declarado o fogo.

No vídeo, o espectador pode ver as luzes baixar quando a banda sobe ao palco e começa a primeira música. Quando se ativam os dispositivos pirotécnicos, as centelhas emanadas das bengalas incendeiam o material das paredes em volta da plataforma, perto da abertura da alcova. As chamas começam a expandir-se devagar dos dois lados da abertura da alcova e a propagar-se para cima. Durante os primeiros segundos, o público parece pensar que o fogo faz parte dos efeitos pirotécnicos especiais e a banda não parece estar ciente do incêndio.

Depois de 10 a 20 segundos, membros do público começam a apontar as chamas que se estão propagando nas paredes, e os membros da banda notam o incêndio. O grupo para de tocar e deixa a plataforma em menos de 30 segundos. Nesse momento, o público começou a tentar sair do edifício. O ponto de vista do operador da câmera situa-se a partir do fundo do salão de dança e o vídeo mostra claramente as pessoas começando a sair do edifício pela entrada principal, que se encontra à direita do operador.

O alarme de incêndio tocou aproximadamente 40 segundos depois do início do incêndio. As sirenes e os sinais estroboscópicos podem ser claramente vistos e ouvidos no filme. O operador juntou-se as pessoas que estão saindo e deixa o edifício aproximadamente 70 segundos depois do início do incêndio. Enquanto o operador sai, o vídeo mostra o incêndio aumentando rapidamente nas paredes perto da plataforma e a camada de fumaça ficando mais espessa em todo o edifício. Enquanto o operador entra no corredor próximo da entrada principal, vê-se no vídeo a fumaça tornar-se mais pesada, passando de uma névoa clara a um cinzento mais escuro.

Uma vez que o operador está no exterior do edifício, o vídeo mostra a fumaça ficando mais espessa e preta, saindo em grandes ondas pelas portas e janelas, as mesmas que o público usa para fugir. Em questão de segundos, as

pessoas fugindo começam a amontoar-se nas portas principais, enquanto os que se encontram atrás deles lutam para escapar. Os que conseguiram sair tentam liberar os que estão presos no amontoamento, enquanto uma pesada fumaça sai por encima das suas cabeças.

Menos de 6 minutos passaram desde que se declarou o incêndio até que as instalações se encontrassem envolvidas em chamas. As chamadas de emergências iniciais foram recebidas pelo 911 a partir de telefones celulares de pessoas que se encontravam no local.

Mais de 200 vítimas foram atendidas no local e transportadas até diversos estabelecimentos de saúde na área, em menos de duas horas desde o início do incêndio. O número de vítimas fatais foi inicialmente de 96 no dia após o incêndio. Esse número subiu para 100 durante os 70 dias a seguir o incêndio, uma vez que quatro dos feridos mais graves faleceram nos hospitais, em Rhode Island e Massachussetts.

O local do incêndio foi fechado e o processo de investigação começou.

Comparando o incidente do The Station com outros incêndios históricos em locais de reunião de público, um dos fatores comuns a todos eles é a presencia de acabamentos, conteúdos e mobiliário combustíveis. A presença de conteúdos internos combustíveis pode estar ligada à propagação do fogo no Rythm Club (musgo espanhol seco pendurado das vigas do teto), o Cocoanut Grove (mobiliário e decorações) e o Beverley Hills Supper Club (revestimento das paredes e do chão). No incêndio do The Station, materiais isolantes de espuma expandida estavam presentes nas paredes adjacentes a plataforma e no espaço da alcova do baterista.

O acabamento interior teve um papel significativo no incêndio do The Station de duas maneiras: não só o acabamento interior se incendiou com facilidade, como também permitiu a rápida propagação do fogo no interior do edifício.

De acordo com o *Código de Proteção da Vida*, o acabamento interior deve ser de Classe A ou B para áreas de reunião geral com cargas de ocupação superior a 300. O acabamento interior de Classe C é permitido caso a carga de ocupação seja de 300 pessoas ou menos. Além disso, os materiais de espuma expandida aplicados na parede perto da plataforma seriam sujeitos as disposições relativas a plásticos celulares ou em forma de espuma, que proíbem

o uso desse material em particular como acabamento interior a não ser que seja utilizado em quantidades insignificantes ou que o material tenha sido sujeito a testes de resistência ao fogo que verifiquem as suas características de combustão para o uso pretendido em circunstâncias de incêndio real. A presença de acabamento interno combustível na área onde teve origem o incêndio afetou a capacidade dos ocupantes de evacuar o edifício aquela noite. O incêndio criou condições no interior do edifício que impediram que muitas pessoas chegassem a uma saída antes de ser dominadas pela fumaça e pelo calor.

Após o ocorrido, a NFPA (National Fire Protection Association) revisou os regulamentos **NFPA 101** e **NFPA 5000** criando classes específicas de materiais de revestimento com base na inflamabilidade e dispersão da fumaça. Além disso, novos requisitos para a utilização de equipamentos de segurança, saídas de emergência e uso de material pirotécnico foram aplicados à legislação vigente.

De forma similar, o National Institute os Standards and Technology (NIST) elaborou um estudo sobre o fogo no The Station clube e emitiu um conjunto de recomendações para prevenir tragédias similares. Entre elas:

- Prevenção de propagação de chama nas paredes, teto e piso e materiais de revestimento do assoalho e mobiliário.
- Espuma de poliuretano flexível sem retardante de chamas e outros materiais que pegam fogo com facilidade devem ser identificados claramente e são especificamente proibidos, sem exceções, como material de revestimento/acabamento em todas as casas noturnas e similares, novas e já existentes.

7.3 - Caso : Brasil – Boate Kiss (2012)

De acordo com a documentação disponibilizada pela Prefeitura Municipal de Santa Maria à Inspetoria do CREA-RS, a edificação onde foi implantada a Boate Kiss era originalmente um pavilhão, construído para uso como depósito na década de 50.

Em 2003 o local sofreu reforma sem ampliação de área (Alvará de Licença 1497/03) e é convertido para uso como “Curso Preparatório para Escolas Superiores”, o que acarretou em adaptações e retirada parcial de paredes internas. O

projeto, tendo por responsável técnico um engenheiro, é aprovado em 22/10/2003. A ART relativa ao mesmo está registrada no CREA-RS.

Em 2009, o local sofreu nova mudança de uso, passando a ser operado pela empresa SANTO ENTRETENIMENTO LTDA, criada em 20 de Abril de 2009 com o objetivo de atuar primariamente no ramo de “Discotecas, danceterias, salões de dança e similares (cod. 93.29-8-01). Aparentemente a empresa contrata um escritório de arquitetura para planejar o novo espaço, e uma arquiteta do mesmo requer aprovação de projeto de Reforma sem Ampliação do imóvel em 27/07/2009 (foi localizada no CREA a ART no. 4897540, relativa ao Projeto de Reforma registrada em nome de uma das arquitetas, descrevendo o período do serviço como indo de 22/07/2009 a 31/07/2009).

O memorial descritivo do Projeto Arquitetônico, confeccionado por duas arquitetas, datado de Julho de 2009, foi apresentado à Prefeitura, que, em documento sem assinatura, aparentemente fez uma análise em 04/08/2009 e demandou uma série de medidas e adequações, inclusive relativas à norma 9077/2001 – “Saídas de Emergência em Edifícios”.

A SANTO ENTRETENIMENTO obtém, em 25/11/2009, uma Certidão (4008/09) de Zoneamento e Uso do Solo, da Secretaria de Controle e Mobilidade Urbana da Prefeitura Municipal de Santa Maria, certificando que o imóvel, de acordo com a Lei de Uso e Ocupação do Solo (Lei Complementar 33, de 29/12/2005) está situado na Zona 2, sendo permitido o uso para as atividades associativas, recreativas, culturais e desportivas e serviços de alimentação (3.2.a), o que é compatível com a atividade principal da empresa.

A empresa SANTO ENTRETENIMENTO se instala e solicita então vistoria para receber Licença de Localização, que é realizada em 25/03/2010, depois da qual a mesma recebe informação de que poderia implantar naquela zona atividade de BAR E DANCETERIA.

De acordo com a documentação obtida, a SANTO ENTRETENIMENTO LTDA recebeu a Licença de Operação em 04/03/2010 e o Alvará de Localização relativo à Boate Kiss em 14/04/2010.

Para subsidiar a licença de operação foram disponibilizados, pelo proprietário, dois documentos técnicos:

a) um laudo Técnico com medições de níveis de pressão sonora, emitido por engenheiro habilitado, cuja art. número 5118124, se encontra registrada no CREA-RS

(que descreve que o serviço foi realizado entre 21/12/2009 e 25/12/2009). O Laudo descreve que o estabelecimento “possui duas camadas de forro de gesso acartonado com espessura de 12 mm e sobre esse forro duas camadas de lã de vidro de 50 mm de espessura e 24 kg/m3 de densidade”, e

b) um estudo de impacto de vizinhança, realizado por uma Arquiteta, cuja ART, número 4995627, também se encontra registrada no CREA-RS (e descreve que o serviço foi realizado entre 21/09/2009 e 28/09/2009). Nesse último documento se faz referência a uma área construída de 638,25 m^2 (de acordo com o registro para fins de IPTU) e capacidade de 700 pessoas.

Além das ART relativas aos serviços acima, existe registro no CREA-RS de uma ART (no. 5163136) relativa a Licenciamento Ambiental, serviço realizado por uma Engenheira Química e de Segurança do Trabalho, no período de 26/01/2010 a 05/02/2010.

Cabe destacar que, como de costume, a Licença de Operação estabelece, em seu item 2.4 que: “No caso de necessidade, por parte do estabelecimento, de alteração na sua área física, esta alteração deverá ser previamente avaliada por esta Secretaria, através de solicitação de Licença Prévia”.

A Licença de Operação deveria ser renovada anualmente. Foram obtidos boletins de vistoria para esse fim, datados de 11/02/2011 e 19/04/2012 (no campo observações do último consta uma checagem do Alvará de Prevenção e Proteção contra Incêndio, baseado no PPCI 3106/1, vigente até 10/agosto/2012). Nos registros do CREA-RS, não consta Anotação de Responsabilidade Técnica para o referido processo, como obrigatoriedade prevista na legislação vigente.

A licença de operação que estava vigente no dia do sinistro foi emitida em 27/04/2012. Em 12 de Janeiro de 2012, a Prefeitura Municipal de Santa Maria solicitou um Laudo Acústico atualizado para obtenção dessa nova Licença de Operação.

Encontra-se nos registros do CREA-RS, uma ART (no. 6266037) de Projeto e Execução de uma reforma na edificação, realizada de acordo com o registro entre 20/02/2012 e 12/03/2012, sob responsabilidade técnica de um Engenheiro Civil.

Segundo relatos, em torno do período da reforma foi efetuada a instalação do material de revestimento acústico, que teve papel determinante na ocorrência do incêndio e asfixia das vítimas. Não há registro de quem especificou o emprego ou o tipo do mesmo e se o mesmo estava contemplado na reforma. Deduz-se que isso

tenha sido feito para melhorar as condições acústicas, talvez porque se tivesse registros de reclamações sobre o isolamento acústico[2], o que pode ter motivado o pedido da Prefeitura. O fato é que com a incorporação do material inflamável de revestimento acústico se plantou uma importante semente da tragédia.

Um novo Laudo Técnico de Medições de Níveis de Pressão Sonora foi realizado por um Engenheiro Civil, em 22/03/2012, registrada no CREA-RS sob no. 6286944. Esse Laudo não registra a presença do revestimento acústico de espuma no entorno do palco, repetindo que o estabelecimento “possui duas camadas de forro de gesso acartonado com espessura de 12 mm, e sobre esse forro duas camadas de lã de vidro com 50 mm de espessura e 24 kg/m^3 de densidade”.

Segundo registros do Corpo de Bombeiros, o 1º. Alvará de Prevenção e Proteção Contra Incêndio do estabelecimento para a boate Kiss foi emitido em 28/08/2009[3], com validade de 1 ano. De acordo com indicações nos documentos obtidos, o mesmo foi concedido com base no PPCI 3106/1, de 26/06/2009. Nesse PPCI foi usada uma metragem de 615 m^2. O Alvará de Prevenção e Proteção contra Incêndio foi emitido em 28 de Agosto de 2009, com base nesse PPCI, sendo utilizado a ferramenta de gestão de PPCI denominada SIGPI (Sistema Integrado de Gestão da Prevenção de Incêndio).

Constata-se nesse processo uma deficiência importante que deve ser explicitada e sanada.

Normalmente, para edificações com área inferior a 750 m^2, a legislação estadual vigente dispensa a apresentação de PPCI completo, com ART emitida por profissional habilitado, para subsidiar a emissão do alvará. Pode nesses casos ser usado o chamado Processo Simplificado de Prevenção e Proteção contra Incêndio.

Porém, no caso de boate ou clube noturno, a edificação é automaticamente enquadrada na Classe F-6 da norma NBR 9.077 (cujo atendimento é explicitamente demandado nas Legislações Estaduais e Municipais). Nesses casos, conforme regulamentação do Corpo de Bombeiros, é obrigatória a apresentação de PPCI completo, independentemente da área.

A Portaria nr 64/1999 do Corpo de Bombeiros estabelece que o PPCI completo deve ter ART do responsável técnico. Ou seja, o proprietário deveria contratar um profissional habilitado para elaborar o mesmo. Não foi localizada nenhuma ART associada ao PPCI ou a qualquer Projeto de Segurança contra Incêndio e Pânico nos

bancos de dados do CREA-RS. Ou seja, apesar de demandado pela legislação vigente, o proprietário não contratou responsável técnico para esse serviço.

Essa falha não impediu a elaboração de um PPCI através do sistema SIG-PI (sistema digital criado para agilizar e padronizar os trabalhos de emissão de PPCI e adotado na maioria dos municípios do interior do Estado). Como, ao contrário de outros municípios, Santa Maria não demandava compulsoriamente nesses casos, além do registro no SIG-PI, a entrega de Projeto de Segurança contra Incêndio documentado, foi gerado um PPCI para a edificação, sem responsável técnico. Dessa forma, aspectos importantes relativos à configuração do espaço para situações de emergência deixaram de ser adequadamente considerados, por profissional habilitado.

Em 21/12/2010 foi emitida a 1ª. Advertência para renovação do alvará. Em resposta, os proprietários fizeram um requerimento para inspeção, em 11/02/2011. O local foi inspecionado em 11/04/2011, quando se emitiu uma notificação de correção, que demandava correções nos extintores, iluminação de emergência, saídas de emergência e mangueiras de gás. No dia 25/07/2011 foi efetuada uma inspeção e contatado que as irregularidades haviam sido solucionadas. Um novo Alvará de Prevenção e Proteção contra Incêndio foi emitido em 11/08/2011.

7.3.1 – Parecer técnico preliminar

Na opinião da comissão especial do CREA-RS, a análise das informações disponíveis até o momento aponta, como causas fundamentais para a ocorrência do incêndio, a combinação do uso de material de revestimento acústico inflamável, exposto na zona do palco, associada à realização de show com componentes pirotécnicos.

Analisando relatos, a propagação do incêndio, por sua vez, foi fundamentalmente influenciada pela falha de funcionamento dos extintores localizados próximos ao palco, que poderiam ter extinguido o foco inicial de incêndio.

O grande número de vítimas, por sua vez, foi influenciado pela dificuldade de desocupação, pelas deficiências nas saídas de emergência, e pelo excesso da lotação máxima permitida.

A superlotação (aparentemente era comum que a casa abrigasse cerca de 1.000 pessoas, e isso parece ter ocorrido na noite do sinistro) e as características

inadequadas do espaço, em termos de sinalização, tamanho e localização das saídas de emergência dificultou a evacuação.

Essas deficiências foram compostas pela aparente falta de treinamento para situação de emergências e da ausência de equipamento de comunicação da equipe de segurança do local. Tudo isso contribuiu para retardar a saída das pessoas nos minutos posteriores ao incêndio, tendo papel decisivo no número de vítimas.

Muitas dessas falhas provavelmente teriam sido evitadas se houvesse sido realizado um Projeto de Segurança contra Incêndio, por profissional habilitado e com formação específica. Um problema que demanda correção é que hoje, é possível, em muitos casos, fazer um PPCI sem um Projeto de Segurança contra Incêndio e sem responsável técnico. É necessário revisar esse conceito.

Mais ainda, é necessário consolidar a legislação e integrar os sistemas de controle do Corpo de Bombeiros, dos Conselhos Profissionais e demais órgãos de fiscalização. No caso específico da Boate Kiss, apesar de ser previsto na Portaria 64/99 da Brigada Militar do Estado, que deve ser apresentada ART de Responsável Técnico, não há registro de que os proprietários tenham contratado ou utilizado um profissional para elaborar o PPCI. Provavelmente os mesmos se aproveitaram da facilidade do Sistema SIG-PI, criado para agilizar a emissão dos Alvarás de Prevenção e Proteção contra Incêndios, e usado pela maioria das municipalidades do Rio Grande do Sul, para gerar um PPCI sem que fossem cumpridas todas as demandas legais.

Outro fato que demanda atenção é que as normas e leis brasileiras ainda não tratam adequadamente as questões relativas ao controle de fumaça e a ausência à certificação de materiais para situações de incêndio.

Adicionalmente, a falta de uniformidade e a fragmentação de informações entre normas, decretos estaduais, leis municipais e resoluções técnicas, como já discutido, causa confusão e dificulta a verificação de atendimento a todos os itens.

Finalmente, se verificou no incêndio de Santa Maria que pode existir uma falha importante e que demanda revisão nos princípios de funcionamento da iluminação de emergência. Como o fornecimento de energia elétrica não caiu nos primeiros momentos, a iluminação de emergência, embora existisse, não cumpriu seu papel. É necessário alterar o funcionamento desses dispositivos para que os mesmos sejam acionados não só em caso de falta de luz, mas também se houver obstrução ótica.

Ou seja, como se pode verificar acima (e é comum em todos os acidentes dessa magnitude), vários fatores contribuíram para que o resultado trágico ocorresse. Independentemente da responsabilização civil e criminal, é fundamental reconhecer que existem problemas e deficiências sistêmicas, que necessitam ser reconhecidos e entendidos, para permitir que se façam avanços efetivos na busca por redução de riscos.

Buscando clarificar a opinião do painel de especialistas da Comissão Especial constituída pelo CREA-RS sobre as principais deficiências e problemas diagnosticados, os itens a seguir apresentam considerações adicionais sobre aspectos críticos que caracterizaram o sinistro em Santa Maria.

7.3.2 – A dinâmica da propagação de incêndio.

É um princípio básico amplamente conhecido que, para que a combustão ocorra, é necessário que estejam disponíveis o combustível, o oxigênio e a fonte de ignição. Tecnicamente, quando essas três condições estão presentes existe possibilidade de início de incêndio.

A severidade do sinistro e sua forma de desenvolvimento no interior de uma edificação dependem primordialmente do poder calorífico e da disposição dos materiais disponíveis para queima (carga de incêndio) e das condições de ventilação do ambiente.

O incêndio desenvolve-se em quatro fases bem distintas, relacionadas com o tempo decorrido desde a ignição, sendo as mais importantes a serem entendidas, para fins das ações de salvamento, o de pré-aquecimento (pré-*flashover*) e a de ignição súbita generalizada (pós-*flashover*).

Nessa seção se busca explicar como essas condições se desenvolveram no caso do Incêndio da Boate Kiss, efetuadas com base nos resultados do levantamento fotográfico realizado durante a visita de membros da Comissão Especial e informações contidas em matérias veiculadas pela imprensa.

A zona de origem do incêndio restou evidenciada como sendo um dos palcos, fato atestado pelos testemunhos de pessoas que estavam no local, e confirmado pelo nível de destruição verificado, decorrente do maior tempo de exposição a altas temperaturas. Confirmou-se durante a visita que as altas temperaturas causaram o colapso da estrutura da cobertura e degradaram os materiais e móveis presentes naquele setor.

Dada a reduzida área de ventilação existente e a rápida geração de fumaça que o produto aplicado para o tratamento acústico produziu, aquele incêndio não atingiu o estágio de ignição súbita generalizada (*flashover*), fenômeno caracterizado pela combustão instantânea de todos os materiais orgânicos disponíveis e ainda não totalmente carbonizados em um mesmo ambiente não compartimentado, causando um rápido aumento de temperatura a níveis insuportáveis. Dada a baixa ventilação, a quantidade de oxigênio foi limitada, o que deve ter impedido que ocorresse o *flashover.*

Em alguns momentos, porém, segundo relatos, foram notados “clarões" de chamas, indicando a ocorrência do fenômeno conhecido como *flameover*, caracterizado pelo desenvolvimento de chamas inconstantes na zona limite inferior da nuvem de fumaça, onde ocorre o contato entre as partículas e gases aquecidos e o oxigênio ainda disponível nas camadas inferiores do ambiente.

Nos demais locais de concentração do público em direção às saídas de emergência, as "marcas de queima" visualizadas indicam claramente a existência de duas zonas, uma superior com alta concentração de fumaça e calor, e uma inferior, com temperaturas mais baixas. Segundo estudos especializados e indicações na norma NFPA 921, pode existir diferenças superiores a 300° Celsius entre estas. A zona quente foi aumentando, se aproximando do solo, até atingir cerca de 1m do solo, o que contribuiu decisivamente para a ocorrência de vítimas. Após alguns minutos do início do incêndio, a única forma de sobreviver seria se manter abaixado, ou seja, se movimentar rastejando.

Esse fato foi confirmado pelo nível de destruição do revestimento superior em comparação com o alto grau de preservação de materiais muito sensíveis ao calor como os plásticos das lixeiras e baldes de gelo, madeira dos balcões de atendimento ou revestimento das cadeiras e portas.

Desta forma, é notória a relevância que deve ser atribuída aos sistemas de controle de fumaça dos ambientes, bem como às características de geração de fumaça e de toxicidade dos materiais empregados, pois aumentaria a altura disponível para deslocamento das pessoas e o tempo para o deslocamento das pessoas, proporcionando condições mais favoráveis à sobrevivência.

7.3.3 – Sobre a concepção do espaço e das saídas de emergência.

O instrumento fundamental sobre o qual se apoia a segurança contra incêndios é o PPCI. Como já explicado nesse documento, o alvará de liberação dos bombeiros recebido em agosto de 2011 pela boate Kiss foi baseado num PPCI gerado pelo sistema SIG-PI, o que não garantiu o atendimento à Portaria 64/99, que demanda ART do responsável técnico para edificações classificadas tipo F-6.

Outro aspecto fundamental que necessita ser modificado é que, mesmo que haja um responsável técnico, atualmente o sistema referenciado não torna compulsório que o PPCI inclua um Projeto de Segurança contra Incêndio, como seria recomendável. Ou seja, o modelo de PPCI atual muitas vezes envolve apenas verificações e recomendações sobre aspectos como a disposição e número de extintores. Esses aspectos são importantes, mas a análise deve ser tecnicamente mais profunda para que se possam reduzir efetivamente os riscos. Não basta simplesmente verificar formalmente o atendimento às normativas e leis aplicáveis, mas sim é necessário se preocupar em produzir um resultado técnico **eficiente e eficaz**.

É recomendável, ainda, revisar a disposição que permite que muitas edificações com área menor que 750 m^2 sejam dispensadas de apresentar um PPCI completo, podendo apresentar somente documentação simplificada.

No caso específico da Boate Kiss, o cálculo de ocupação divulgado, que consideraria 691 pessoas e justifica as dimensões das portas, usa critérios efetivamente existentes na NBR 9.077, porém segundo as evidências, o estabelecimento muitas vezes operava com uma lotação muito maior. Além disso, a configuração das saídas de emergência deixa a impressão que se buscou subterfúgios para atender os requisitos de norma, ao invés de se atentar para a segurança efetiva dos usuários.

Edificações classe F-6 demandam, segundo a NBR 9.077, duas saídas de emergência localizadas o mais distante possível uma da outra. Aproveitando que a redação da norma é vaga e que isso permite uma discricionariedade que dá margem a soluções indesejáveis tecnicamente, aparentemente se considerou que existiam duas portas de emergência, pois havia duas passagens que davam num átrio de entrada, e neste átrio havia duas aberturas. Dessa forma, aproveitando as deficiências normativas, possivelmente se tentou evitar ter que abrir uma nova

abertura na fachada do edifício, ou mesmo reduzir a área destinada ao público para construir uma rota de fuga alternativa.

O tipo de situação vigente na Boate Kiss certamente não seria aprovada ou adotada por qualquer especialista em Segurança contra Incêndio com alguma experiência.

Infelizmente, na realidade atual, não é necessário ser especialista para elaborar um PPCI. Basta a habilitação básica e em alguns casos, basta que se atenda alguns requisitos básicos. Essa situação deve ser alterada.

A Comissão Especial do CREA considera que, para promover a qualificação da Segurança contra Incêndio, deve ser obrigatória a formação específica em Segurança contra Incêndio e Pânico. Mais ainda, é necessário tornar compulsória a elaboração de um Projeto de Segurança contra Incêndio, preferencialmente elaborado por profissional com habilitação específica. Os fatos evidenciam que somente a formação básica em engenharia e arquitetura não é suficiente para garantir as bases teóricas necessárias para elaborar um PPCI adequado.

Para dar sustentação a essa estratégia, é fundamental iniciar imediatamente estudos objetivando viabilizar que o meio acadêmico oferte capacitação nesse sentido, que sejam feitos ajustes na legislação e que o sistema CONFEA-CREA/CAU inicie um processo para modificar as atribuições profissionais que atendam essa nova realidade.

Obviamente, o ideal é proporcionar saídas bem sinalizadas, com alta capacidade de passagem, e distribuídas de forma a reduzir distâncias a percorrer e evitar acúmulos de fluxo de pessoas.

Apesar da deficiência nas saídas de emergência da Boate Kiss, se as rotas de evacuação e as próprias saídas estivessem desobstruídas, isso teria contribuído significativamente para reduzir o número de vítimas. Porém, a visita ao local evidenciou que o mesmo apresentava características muito desfavoráveis para a evacuação dos usuários. Além da deficiência nas saídas de emergência, havia vários obstáculos e barreiras que, na prática, reduziam violentamente o espaço disponível para a fuga. Esses causaram quedas e certamente aumentaram o número de mortes.

É fundamental conscientizar proprietários sobre a necessidade de preservar o acesso livre e fácil às saídas de emergência, e banir a prática de obstrução da via pública nas rotas e descargas das saídas de emergência, já proibida pela legislação. É necessário, ainda, melhorar a análise das rotas de fuga. Atualmente se dispõe de

métodos de dimensionamento e de simulações computacionais de fluxo da evacuação aceitos e utilizados em diversos países. Impõe-se a modernização dos parâmetros e a adoção de métodos mais eficientes e com detalhamentos melhores definidos. Sugere-se ainda, a colocação de placas atentando para a capacidade de público, bem como o aviso periódico durante o evento sobre a existência e localização das saídas de emergência.

7.3.4 – Sobre os sistemas de controle de fumaça

A legislação estadual é claramente omissa quanto às exigências de sistemas de controle de fumaça nos ambientes de reunião de público, quer seja pela aplicação de materiais de revestimento com características de pouca geração de fumaça, quer seja por sistemas naturais ou forçados de exaustão desta. Em outras palavras, não existem requisitos específicos que garantam altura mínima livre de fumaça nas rotas de fuga externas às escadas de emergência, que neste caso não existiam.

Nos países mais desenvolvidos, os projetos para controle de fumaça são imprescindíveis, pois realmente previnem e proporcionam maior tempo para a saída das pessoas. Este caráter preventivo supera muitas vezes até a ideologia interventiva de combate ao incêndio em seu desenvolvimento inicial pela aplicação, por exemplo, de sistema de chuveiros automáticos (sprinklers). Os dois sistemas são indispensáveis conforme o risco de incêndio da edificação, e devem ser aplicados de forma harmonizada através de um projeto realizado por profissional competente.

No incêndio da boate Kiss em Santa Maria, mais do que a propagação do incêndio ou do que as temperaturas evidenciadas pela análise dos vídeos divulgados pelas redes sociais e matérias jornalísticas, a concentração e toxicidade da fumaça gerada foram decisivas para o surgimento de tantas vítimas fatais.

7.3.5 – Sobre as condutas de risco

Pelo menos 5 condutas de risco, que agravaram o risco de incêndio e colaboraram para o trágico resultados registrado, devem ser destacadas, como exemplos negativos de comportamento que devem ser combatidos e reprimidos:

a) Em torno de março de 2012, quando houve uma reforma com ART registrada no CREA-RS, foi efetuada a incorporação de material inflamável, sem que fossem notificadas as autoridades, em especial o Corpo de Bombeiros. Isso seria uma demanda urgente, pois envolvia aumento da carga de incêndio[4]. Isto é uma

negligência séria, pois qualquer reforma demanda imediatamente a solicitação de novo Alvará, pedido que só aconteceu após a perda de validade deste. Em outras palavras, um novo PPCI deveria ser iniciado imediatamente após a reforma efetuada. Não existe ainda registro de que isso tenha ocorrido até a perda de validade do alvará emitido em agosto de 2011, que era válido até agosto de 2012;

b) A boate aparentemente operava com lotação acima da prevista no PPCI, usada como referência para verificar a dimensão necessária das saídas de emergência;

c) As rotas de fuga foram obstaculizadas com elementos metálicos, tanto internamente quanto externamente, o que reduziu sua capacidade de escoamento de pessoas, causou atrasos na evacuação e provocou quedas e ferimentos aos usuários que tentavam escapar do incêndio;

d) Houve apresentação da banda com Show Pirotécnico sem que houvesse licença específica das autoridades para tanto;

e) Não havia saídas alternativas de emergência na edificação;

Considerações Finais

O futuro da área de segurança contra incêndio é promissor e a tendência é de crescimento. Há muito a ser feito com relação à:

- Normalização;
- Certificação de produtos;
- Formação de profissionais;
- Regulamentação;
- Fiscalização
- Pesquisa e Desenvolvimento;
- Estatistica de incêndio;
- Tudo implica na melhoria da qualidade dos produtos e dos serviços prestados: as normas e as legislações estão sendo elaboradas com um nível técnico cada vez melhor.

Diante da situação atual onde existem regulamentações com falhas técnicas e incompatíveis tecnicamente os órgãos públicos têm que atuar de forma cada vez mais adequada garantindo o atendimento das regulamentações.

É prioridade desenvolver uma norma brasileira que resulte no código nacional de segurança contra incêndio.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, Mário de E.M. de Melo e Castro; "*Manual de Engenharia Têxtil*"; Vol I.

<http://www.corpodebombeiros.sp.gov.br/normas_tecnicas/its_2011/INSTRUCAO_TECNICA_02-2011.pdf > Acesso em: 04/06/ 2013

- NFPA *Journal Latinoamericano* (dezembro 2007) Disponível em <http://goo.gl/0uiUn> Acesso em 10/07/2013

National Institute os Standards and Technology (NIST) : Disponível em <http://goo.gl/uaHo6> Acesso em 10/07/2013

- Instrução técnica da ABICHAMA - 02/2011 – Lilian Salim;

- Relatório sobre Flamabilidade de Tecidos –

- ARAÚJO, Mário de E. M. de Melo e Castro; "*Manual de Engenharia Têxtil*"; Vol. II

Revista Têxtil;

- Apresentação - *Brasil sem chamas* - Eng. José Carlos Tomina;

- Fabiana Hiromi Miyada, Regina Aparecida Sanches, Waldir Mantovani, Júlia Baruque Ramos - Tratamento antichama em materiais têxteis - Universidade de São Paulo; Curso de Têxtil e Moda (EACH-USP);

- Alexandre Itiu Seito, Alfonso Antonio Gill, Fabio Domingos Pannoni, Rosaria Ono, Silvio Bento da Silva, Ualfrido Del Carlo Valdir Pignatta e Silva - A segurança contra incêndio no Brasil;

- Relatório técnico: Análise do sinistro na Boate Kiss em Santa Maria, RS – Porto alegre, 04 de Fevereiro de 2013;

- Brasil não tem lei nacional com regras de proteção contra incêndio - http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2013/01/brasil-nao-tem-lei-nacional-com-regras-de-protecao-contra-incendio.html

- Polímeros vol.8 no.1 São Carlos Jan./Mar. 1998 Disponível em **<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-14281998000100005&script=sci_arttext#figura1>** Acesso em: 15/11/ 2013