

CAP QOBM EDSON MANASSÉS

**A UTILIZAÇÃO DE TECIDOS COM NOVAS TECNOLOGIAS PARA O UNIFORME
OPERACIONAL BOMBEIRO MILITAR**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Planejamento e Controle da Segurança Pública em convênio com a Universidade Federal do Paraná, para conclusão do Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais BM 2008/2009.

Orientador Metodológico:
Prof^a Dr^a Sônia Maria Breda

Orientador de Conteúdo:
Sr Maj. QOBM Paulo Henrique de Souza

**CURITIBA
2009**

Agradeço a Deus, por sua benção em ter me orientado, possibilitando ultrapassar com êxito mais esta etapa de minha vida. À minha esposa, Andréia, e aos meus filhos Bianca e Guilherme pelo incentivo e apoio em todos os momentos da vida...

*"Quando penso que não posso mais, experimento
para ver se posso mais um pouco."*

Santa Madre Paulina

RESUMO

O objetivo deste estudo foi a apresentação e análise comparativa de novas tecnologias de tecidos utilizados na confecção de fardamentos adotados em diversos Corpos de Bombeiros do Brasil e do mundo em relação aos fardamentos em uso atualmente por nossa corporação. Com base nos dados colhidos de testes comprobatórios realizados, conforme cronograma demonstrado no projeto de pesquisa monográfico no corrente ano. A motivação para a realização do trabalho surgiu da preocupação com a qualidade, a segurança e o custo benefício na confecção de nossos fardamentos. Entretanto, mesmo com a obrigatoriedade da utilização de equipamentos de proteção individuais nas missões de combate a incêndios, abriu-se uma lacuna no fardamento operacional para outras missões fim da corporação envolvendo o pronto socorrismo e o combate a incêndios florestais, sem deixar de mencionar que a proposta proporciona uma fácil identificação e cumpre as Normas estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT através da Norma Regulamentadora NR – 06. Com a análise geral dos resultados dos testes pôde-se constatar que os custos de fabricação se sobrepõem à necessidade de um equipamento mais seguro. Isto, de acordo com a literatura pertinente, deve-se aos elevados custos de aquisição de tecidos de alta tecnologia utilizados nos serviços de bombeiros. Atualmente, o tecido que mais se adapta a nossa corporação tanto no custo quanto na sua textura é o Nylon “Rip- Stop”, que proporciona uma qualidade e um desgaste menor que o fardamento utilizado e com um custo bem menor que o confeccionado em NOMEX- FR III. Sugere-se, então, que haja uma reflexão mais intensa nas questões relacionadas com a segurança e proteção de nossos bombeiros para o desenvolvimento de atividades específicas.

Palavras-chave: Bombeiros. Tecidos. Alta Tecnologia. Atividades específicas.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Comparativas de custo.....	28
TABELA 2	Índice de limite de Oxigênio	34
TABELA 3	Temperatura de inflamabilidade	34
TABELA 4	Perda de calorías por gramas de tecidos expostos.....	35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Problema.....	10
1.2	Justificativa.....	11
1.3	OBJETIVOS.....	12
1.3.1	Objetivo Geral.....	12
1.3.2	Objetivo específico.....	12
1.4	HIPÓTESE.....	13
2	O CORPO DE BOMBEIROS.....	14
2.1	O Corpo de Bombeiros no Mundo.....	14
2.2	O Corpo de Bombeiros no Brasil.....	15
2.3	O Corpo de Bombeiros no Paraná.....	16
2.4	Missão.....	18
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	22
3.1	Histórico da utilização do “Rip-stop”.....	23
3.2	Histórico da utilização do “Nomex®”.....	23
3.3	Outras tecnologias têxteis existentes.....	23
3.4	Testes comprobatórios entre “Nomex®” e “Rip stop”.....	26
3.5	A importância da proteção natural.....	26
3.6	Comparativos de planilhas de custos para confecção de fardamentos com matéria prima de “Nomex® III – FR”, “Rip-stop” e Algodão.....	27
3.7	Protótipos para confecção de novos fardamentos utilizando as novas tecnologias (“Nomex®” e “Rip-stop”).....	29
4	METODOLOGIA.....	31
4.1	Tipo de estudo.....	31
4.2	Instrumento para coleta de dados.....	32
4.2.1	Testes de flamabilidade e de combustão de tecidos	33
4.2.1.1	Procedimentos para testes - PRÁTICA 01.....	35
4.2.1.2	Procedimentos para testes - PRÁTICA 02.....	38

4.2.1.3	Conclusão dos testes de flamabilidade e combustão.....	41
4.2.1.4	Testes de combustão no laboratório da DuPont.....	41
4.2.1.5	Proteção dos produtos têxteis contra a chama.....	42
4.2.1.6	Combustão das Fibras.....	43
4.2.1.7	Fatores que influenciam no comportamento da combustão dos produtos têxteis.....	44
4.2.1.8	Acabamento ignífugo no setor têxtil.....	44
4.2.1.9	Produtos químicos e fibras antichamas.....	45
4.2.1.10	Novas alternativas de produtos têxteis ignífugos fibras à prova de fogo.....	46
4.2.1.11	Poliéster ignífugos.....	47
4.2.1.12	Uma solução eficiente na proteção contra o fogo (KEVLAR® e NOMEX®).....	47
4.2.1.13	Classificação das roupas por riscos.....	48
4.2.2	Testes de Arco voltaicos.....	50
4.2.2.1	Equipamento de Proteção Individual – EPI para arcos voltaicos..	51
4.2.2.2	Características dos materiais das vestimentas de proteção contra arcos elétricos.....	52
4.2.2.3	Testes para tecidos e roupas de proteção contra arcos elétricos.	53
4.2.2.4	Conclusão a respeito dos testes nas vestimentas por arcos voltaicos.....	53
4.2.3	Testes de Lavagens.....	54
4.2.4	Testes de estruturais e de estética.....	55
5	ANÁLISE DOS DADOS.....	57
5.1	Resultados obtidos.....	57
5.2	Análise dos dados.....	57
5.3	Conclusão da análise dos dados.....	58
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	60
	REFERÊNCIAS.....	64
	ANEXO.....	67

1 INTRODUÇÃO

O Corpo de Bombeiros no Brasil exerce suas funções de forma diferenciada de alguns países. Aqui, a Corporação além do combate a incêndios, desenvolve ações variadas como atendimento pré-hospitalar, buscas, resgates e salvamentos em alturas e aquáticos. Em outros países, principalmente nos Estados Unidos e Europa, as atividades acima citadas são realizadas por mais de uma instituição de maneira isolada ou em conjunto.

Em qualquer lugar do mundo constata-se que as atividades dos Bombeiros só podem ser desenvolvidas de acordo com um preparo técnico e físico apropriados, além de equipamentos de proteção individual e materiais para atividade fim, pois o serviço operacional envolve riscos em todas as variáveis de atuação e uma falha qualquer pode resultar em acidentes.

Por isso, é inadmissível ocorrência de acidentes por uma falha diretamente ligada à falta de utilização de equipamentos de proteção individual, pois essa falta de condição pode gerar estresse, desmotivação, além de doenças, seqüelas graves ou mortes em serviço. Afinal, essa falta de equipamento é previsível e pode ser evitada.

Para que as ações de combate a incêndios, salvamentos ou atendimentos pré-hospitalares sejam efetuadas com sucesso, além de o bombeiro estar capacitado mental e fisicamente ele deve também possuir equipamentos de proteção individuais que permitam sua segurança para exercer sua missão.

O uniforme deve ser também um instrumento para identificação e segurança do Bombeiro mesmo ele não exercendo função operacional ou quando está escalado como socorrista. Este estudo consiste em proporcionar à tropa o conhecimento de novas tecnologias têxteis que poderão ser implementadas no nosso dia-a-dia tanto na parte operacional quanto na parte administrativa, até porque nenhum bombeiro está livre de se deparar com uma ocorrência durante seu deslocamento no caminho de sua residência para o quartel ou vice e versa.

1.1 Problema

O presente trabalho é de fundamental importância, uma vez que analisando as deficiências observadas na atual farda operacional em uso no Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Paraná, a qual não possui condições técnicas de segurança, operacionais e proteção para atender as ocorrências do serviço de bombeiros; exige-se uma modernização em nossos fardamentos para a realidade que nossa profissão determina.

O Corpo de Bombeiros recentemente vem passando por sérias e importantes mudanças e evoluções em nível de equipamentos operacionais e viaturas, porém quanto ao fardamento, estamos desatualizados, deixando muito a desejar; basta olhar para os fardamentos das nossas equipes de serviço, estão em péssimas condições, além disso, a nossa apresentação pessoal está muito abaixo do que eram tidas como padrão em anos anteriores, as últimas remessas de fardas que recebemos foi de baixa qualidade as quais não é possível nem passar, quanto mais terem uma durabilidade maior do que três lavadas.

Há parâmetros na própria corporação para exigir mudanças na qualidade e na confecção de nosso fardamento para que torne realmente uma vestimenta operacional de trabalho de bombeiro em todas suas missões, como por exemplo, as mudanças nos fardamentos dos guarda-vidas do Corpo de Bombeiros do Paraná, após vários estudos e comparações com fardas utilizadas no Brasil e no mundo, pelo pessoal que presta serviços nas praias, inclusive com cores padronizadas internacionalmente (amarelo e vermelho); chegou-se a um uniforme que atende as necessidades em todos os quesitos necessários para desempenho da função de guarda-vidas, o qual hoje este fardamento é referência Nacional;

A proposta monográfica em questão consiste em efetuar um comparativo entre o fardamento atual confeccionado em algodão e os tecidos com tecnologia moderna como o "Nomex®" ou "Rip-Stop", já utilizada em outros Corpos de Bombeiros do Brasil e Exterior.

Apresentar ainda um esboço para a confecção do fardamento extremamente operacional, voltado também para a segurança do trabalho e que seja ergonomicamente correto possibilitando que o bombeiro se sinta seguro e confortável, com boa apresentação e consiga desenvolver suas atividades sem

sofrer com a falta de funcionabilidade que a farda atual nos impõe.

Deste modo, o Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Paraná será mais uma vez referência nacional, como é no serviço de Guarda-Vidas com o atual fardamento.

Desta forma, também serão seguidos os padrões internacionais, como a Polícia Militar do Paraná vem seguindo, com sua nova jaqueta com forro amarelo e faixas refletivas, idênticas às existentes nas polícias de países europeus.

A Polícia Militar do Paraná está caminhando nos moldes do que ocorre em todos os outros países, nos quais todos os órgãos de prestação de serviços para a comunidade, de utilidade pública, assim como bombeiros ou policiais, utilizam cores vivas e faixas refletivas, deixando sua identificação mais ostensiva, para que a população reconheça quem deve ser procurado em caso de pânico.

Pesquisas demonstram que o psicológico de um ser humano, diversos estudos científicos realizados em situação de pânico comprovaram que a reação inicial em uma situação de forte estresse emocional é a de procurar as pessoas com identificações mais ostensivas, que são aquelas a quem eles devem recorrer para pedir auxílio; desse modo é que estamos sugerindo e embasando nossa pesquisa de campo, para que sejam incluídas em nosso fardamento as faixas refletivas que darão um maior destaque para que possamos ser identificados e também haja maior segurança para os bombeiros durante as ocorrências.

1.2 Justificativa

O foco deste estudo visa avaliar e analisar a qualidade dos fardamentos utilizados pela corporação e ainda efetuar a apresentação de uma nova proposta voltada à segurança, à praticidade e à eficiência de novas tecnologias utilizadas em fardamentos e equipamentos de proteção individual em diversas corporações de bombeiros espalhados pelo mundo.

Conforme exposto na apresentação do problema, pretende-se com o presente trabalho apresentar os novos tecidos desenvolvidos pela empresa Dupont, exclusivo para utilização em operações de Bombeiros, evidenciando um comparativo com o fardamento atual, apontando as falhas do material hoje empregado, bem como apresentar argumentos que indiquem a solução para problemas existentes,

apresentando à tropa informações a respeito das novas tecnologias existentes.

As novas tecnologias apresentadas neste referencial, após testes comprobatórios, demonstram serem mais resistente, mais fino e maleável, com maior durabilidade e com maior capacidade térmica em relação ao algodão já utilizada por nossa Corporação embora o custo benefício ainda seja um grande problema para aquisição de tecidos mas avançados que contemplam todos os itens testados.

Os profissionais alvos deste estudo fazem parte do 1º Grupamento de Bombeiros, com sede em Curitiba, especificamente no Posto de Bombeiros do Portão onde é a sede do 1º Grupamento de Bombeiros.

Por fim, o interesse por este estudo surgiu do incômodo e da preocupação com a confecção de fardamento utilizada por esses profissionais, pois os bombeiros desse Grupamento precisam estar aptos durante todo o ano para o desenvolvimento das atividades de combate a incêndios, atendimento pré-hospitalar e combate a incêndios florestais. Fardamento este que poderá identificar o bombeiro com segurança e também proporcionará durabilidade, estética e padronização que merece uma instituição militar quase centenária como o Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Paraná.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo central deste trabalho é identificar as controvérsias na operacionalização da utilização das novas tecnologias de tecidos utilizados pelos Corpos de Bombeiros Nacionais e Internacionais.

1.3.2 Objetivos Específicos

Sugerir comparativos para adoção de um novo fardamento baseado em novas tecnologias por meio da mudança de tecidos e utilização de adornos que tornam o fardamento mais operacional e seguro para o Corpo de Bombeiros;

Apresentar subsídios comprobatórios da eficiência destes novos tecidos estudados;

Contribuir para a padronização e racionalização do novo fardamento, tornando-o mais operacional para a atividade bombeiro-militar.

1.4 Hipótese

O estudo a respeito de novas tecnologias para o fardamento BM são imprescindíveis para proporcionar segurança e possibilidade de cumprir a missão do Corpo de Bombeiros no exercício de sua atividade-fim, bem como padronização e redução de custos em processos licitatórios para a aquisição de fardamentos operacionais Bombeiros Militares.

2 O CORPO DE BOMBEIROS

Inicialmente, como cita o Sr Major QOBM Ricardo Jammes Teixeira, em seu trabalho de Monografia.

Análise do Condicionamento Físico dos Guarda-Vidas do 3º Grupamento de Bombeiros. Curitiba, 2006. Monografia (Especialização em Planejamento Controle em Segurança Pública) – Universidade Federal do Paraná e Polícia Militar do Estado do Paraná.

Conhecer-se-á um pouco da história do Corpo de Bombeiros, que tem como fundamento geral prover a segurança da sociedade, isso em diversas situações e ambientes variados.

2.1 O Corpo de Bombeiros no Mundo

O homem com sua evolução demonstra claramente a sua luta infundável pela sobrevivência, que sempre foi ameaçada pelas adversidades, obrigando as pessoas e as pequenas comunidades a se unirem com o propósito de sobreviver aos animais, à fome, aos incêndios, às secas e às inundações.

Há resquícios das civilizações que mostram que já havia a utilização de recursos para garantir a continuidade da espécie e proteção do patrimônio que eram recolhidos no próprio meio em que viviam.

Foram surgindo às vilas e as cidades, e a maneira de atuação dessas comunidades foi se alterando. Começa-se então, a se tornar necessário um aperfeiçoamento no sistema de atendimento.

Os exércitos estavam preparados para combater o inimigo, mas a população civil não empenhada na luta era relegada a segundo plano, ficando totalmente desprotegida. Naquela época, não havia sistemas organizados pelo Poder Público a fim de atender a sociedade com o objetivo de fazer frente às catástrofes criadas pelos homens e pela natureza.

Somente na Idade Média, é que os franceses organizaram um

sistema de combate ao fogo, que era o maior inimigo das grandes cidades.

A rápida evolução da sociedade e o vertiginoso progresso nas áreas tecnológica, industrial e urbanização contribuíram para as crescentes e insaciáveis necessidades do homem, tornando o mundo moderno palco de múltiplas adversidades, como os incêndios em edifícios, acidentes de trânsito e de radioatividade.

Essas adversidades, antes raras, tornaram-se uma realidade cotidiana, despertando sentimentos de solidariedade, mudando o juízo de valores sociais. A sociedade começa a se preocupar mais com a vida, com a integridade física e com o bem-estar de cada um.

Com isso, as comunidades do Continente Europeu desenvolveram vários sistemas de defesa, dos quais podem ser citados os corpos de bombeiros associativos, os corpos de bombeiros voluntários, além de outros sistemas.

2.2 O Corpo de Bombeiros no Brasil

O Corpo de Bombeiros no Brasil foi organizado em 2 de julho de 1856, pelo Decreto Imperial nº 1.775, com o nome de Corpo Provisório de Bombeiros da Corte, no Rio de Janeiro. Por esse Decreto, assinado por Sua Majestade, o Imperador Dom Pedro II, foram reunidas as Seções de Bombeiros que então existiam para o serviço de extinção de incêndios na Casa do Trem (Arsenal de Guerra).

Mesmo sendo um estabelecimento militar, tinha a incumbência de orientar os serviços de socorros em casos de incêndios, cabendo à sua equipe técnica a supervisão dos trabalhos de salvamento e extinção de fogo, o que era realizado desordenadamente no Arsenal da Marinha, estabelecendo-se, extra-oficialmente, um serviço contra incêndio.

Nessa época passou a existir um núcleo com a responsabilidade no combate a incêndios e mesmo dispondo de equipamentos rudimentares, a cidade já não se mobilizava de forma desordenada na prestação de socorros. Aos poucos, com os progressos de que se beneficiava o Rio de Janeiro, ia-se organizando o núcleo oficial do seu Corpo de Bombeiros.

¹ Histórico disponível em www.pmpr.gov.br/ccb/bibliotecavirtual

Os arsenais já não eram os únicos que cuidavam dos incêndios na cidade; embora possuíssem bombas e pessoal mais especializado, contavam ainda com a colaboração da Repartição de Obras Públicas e de um serviço que funcionava na Casa de Correção, em que 60 africanos livres já estavam acostumados aos misteres de bombeiros, perfazendo aquele Corpo de Bombeiros um total de 130 homens.

Naquela época, para dar o aviso de incêndio eram disparados tiros de peças de artilharia de grosso calibre, do Morro do Castelo, sinal que era em seguida confirmado pelo toque convencionado do sino da Igreja de São Francisco de Paula, indicando o lugar do sinistro. Uma bandeira vermelha era hasteada no mastro principal do Castelo, sendo que à noite era acesa uma lanterna vermelha.

O comandante quando comparecia no local, acrescentava à sua farda uma faixa a tiracolo, amarela no centro e vermelha nos lados, e no capacete colocava um vistoso penacho vermelho.

Em 1880, passou a ter organização militar, sendo concedidos postos e insígnias da hierarquia militar aos seus componentes.

2.3 O Corpo de Bombeiros no Paraná

O Corpo de Bombeiros do Paraná foi fundado pelo presidente da Província Paranaense, Carlos Cavalcanti.

Os serviços contra incêndios iniciaram-se em Curitiba, com uma Sociedade de Bombeiros Voluntários. Era a Sociedade Teuto-Brasileira de Bombeiros Voluntários, fundada em 1887, que tinha como objetivo satisfazer a necessidade do meio curitibano, tendo caráter supletivo, pois os reduzidos recursos financeiros não permitiam aos governos do Estado e do município organizarem departamentos contra o fogo, mantendo a Corporação de Bombeiros.

Em 1912, cria-se o Corpo de Bombeiros do Estado do Paraná. Na época, o presidente da Província, Carlos Cavalcanti, apresentou ao Congresso Legislativo do Estado um pedido de crédito necessário à criação de um Corpo de Bombeiros na capital.

¹ Histórico disponível em www.pmpr.gov.br/ccb/bibliotecavirtual

Organizou-se pela sanção da Lei nº 1.133, de 23 de março de 1912, a tão esperada organização, ficando equiparados os postos dos seus componentes, na plenitude de direitos, honras, prerrogativas e vantagens, aos equivalentes do Regimento de Segurança, atualmente, Polícia Militar do Paraná.

As atividades do Corpo de Bombeiros do Paraná foram marcadas pela leitura da ordem do dia, em 8 de outubro de 1912, baixada pelo Major Fabriciano do Rego Barros, comandante que declarava dar início à organização.

A organização inicial do Corpo de Bombeiros do Paraná deu-se em caráter rigorosamente militar, formado por um Estado-Maior, duas Companhias e dois Estados-Menores.

Foi incorporado à Força Militar em virtude da disposição do artigo 7º, da Lei nº 1.761, de 17 de março de 1917, por Decreto n 473, de 9 de julho do mesmo ano.

Em 2 de junho de 1931, para fins militares, passou a ser parte integrante da Força Militar como Batalhão Sapadores-Bombeiros, com as partes administrativas e técnicas independentes do comando-geral. Desligados pelo Decreto 134, de 15 de janeiro de 1932, voltaram à denominação de Corpo de Bombeiros por força das disposições do artigo 2º, do Decreto 452, de 24 de fevereiro do mesmo ano.

O Decreto nº 86, de 18 de janeiro de 1934, dispôs que a Corporação de Bombeiros, continuando o seu caráter de isolada, tivesse seus elementos sujeitos à Justiça Militar da Força, ficando reduzida a uma companhia, vedadas as transferências entre uma e outra corporação.

Foi excluído do acordo que o Estado firmou com a União em 15 de fevereiro de 1934, não sendo, assim, considerado como Força Auxiliar do Exército. Passou à administração do município da capital pelo artigo 4º da Lei nº 73, de 14 de dezembro de 1936. Reverteu à administração do Estado, continuando independente com seu quadro de oficiais da força, em comissão, pelo Decreto 8.713, 8 de outubro de 1938.

¹ Histórico disponível em www.pmpr.gov.br/ccb/bibliotecavirtual

E finalmente pela Lei nº 155, de 25 de novembro de 1938, foi reincorporado à Polícia Militar, com a denominação de Companhia de Bombeiros e Organização de Companhia de Fuzileiros, gozando de autonomia administrativa para aplicação dos meios que lhe fossem atribuídos no orçamento do Estado e de ampla liberdade de ação quanto à parte técnica. E no ano de 1953, nova designação, Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Paraná.

2.4 Missão

A Missão do Corpo de Bombeiros está definida na Constituição Federal do Brasil, na qual se encontra o arcabouço jurídico que o Estado proporciona à sociedade para a preservação da ordem pública e da incolumidade das pessoas e do patrimônio. No Título V, trata da Defesa do Estado e das Instituições Democráticas, mais especificamente, em seu Capítulo III, Art. 144, que versa sobre a Segurança Pública: *“dever do Estado, direito e responsabilidade de todos, é exercida para a preservação da ordem pública e da incolumidade das pessoas e do patrimônio, através dos seguintes órgãos”*:

I -.....

V - Polícias Militares e Corpos de Bombeiros Militares.

§ 1º.....

§ 5º Aos Corpos de Bombeiros Militares, além das atribuições previstas em lei, incube a execução das atividades de defesa civil.

O Decreto-Lei nº 667, de 02 Jul 69, com redação dada pelo Decreto-Lei nº 2.010, de 12 Jan 83, estabelece em seu artigo 3º a definição e a competência da Polícia Militar:

Art. 3º Instituídas para a manutenção da ordem pública e segurança interna nos Estados, nos Territórios e no Distrito Federal, compete as Polícias Militares, no âmbito de suas respectivas jurisdições:

¹ Histórico disponível em www.pmpr.gov.br/ccb/bibliotecavirtual

a) executar com exclusividade, ressalvadas as missões peculiares das Forças Armadas, o policiamento ostensivo, fardado, planejado pela autoridade competente, a fim de assegurar o cumprimento da lei, a manutenção da ordem pública e o exercício dos poderes constituídos;

b) atuar de maneira preventiva, como força de dissuasão, em locais ou áreas específicas, onde se presuma ser possível a perturbação da ordem;

A Constituição Estadual trata da segurança pública em seu Capítulo IV, definindo a missão da PMPR no caput do Art. 48:

A Polícia Militar, força estadual, instituição permanente e regular, organizada com base na hierarquia e disciplina militares, cabe a polícia ostensiva, a preservação da ordem pública, a execução de atividades de defesa civil, prevenção e combate a incêndio, buscas e salvamentos e socorros públicos, o policiamento de trânsito e rodoviário, o policiamento ferroviário, de florestas e de mananciais, além de outras formas e funções definidas em lei.

Estabelece, ainda, a Constituição Estadual de forma clara que o Corpo de Bombeiros está vinculado à Polícia Militar do Estado do Paraná, conforme o Parágrafo único do Art. 46:

Art. 46 A Segurança Pública, dever do Estado, direito e responsabilidade de todos, é exercida, para a preservação da ordem pública e incolumidade das pessoas e do patrimônio, pelos seguintes órgãos:

I - Polícia Civil;

II - Polícia Militar.

Parágrafo Único. O Corpo de Bombeiros é integrante da Polícia Militar.

Depreende-se do texto acima que ao Corpo de Bombeiros, como integrante da Polícia Militar do Paraná, compete à prevenção e o combate a

incêndio, buscas e salvamentos e socorros públicos, além das atividades de Defesa Civil, hoje coordenada pela Casa Militar Estadual, conforme item II do Art. 51 da Constituição Estadual.

A Lei Estadual 6.774, de 23 Jun 1.954 – Lei de Organização Básica da Polícia Militar do Paraná, em seu Título 1, Capítulo Único define a missão, subordinação e destinação da Polícia Militar:

Art. 2º Compete à Polícia Militar:

II - atuar de maneira preventiva, como força de dissuasão, em locais ou áreas específicas, onde se presume ser possível a perturbação da ordem;

.....

V – realizar serviços de prevenção e de extinção de incêndios, simultaneamente com o de proteção e salvamento de vidas e material nos locais de sinistro, bem como o de busca e salvamento, prestando socorros em caso de afogamento, inundações, desabamentos, acidentes em geral, catástrofes e calamidades públicas.

A citada Lei destina no Capítulo IV, uma seção exclusiva ao Corpo de Bombeiros, Seção II, em que define a organização institucional em seus diversos órgãos. Mais adiante, a Lei de Organização Básica da PMPR estabelece de forma cristalina, em seu Art. 47, a competência do Corpo de Bombeiros nos aspectos da prevenção contra incêndios:

Art. 74 A Polícia Militar do Estado do Paraná, através do seu Corpo de Bombeiros, tem competência para:

I - emitir pareceres técnicos sobre incêndios e suas conseqüências;

II - supervisionar o disposto na legislação quanto às medidas de segurança contra incêndios, inclusive instalação de equipamentos;

III - orientar tecnicamente a elaboração da legislação sobre prevenção contra incêndios, na forma do artigo 117 da Constituição Estadual (Emenda Constitucional nº 3, de 29 de maio de 1.971).

A Lei Estadual 1.943, de 23 de Junho de 1954, Código da Polícia Militar do Paraná, em seu Capítulo V define as atribuições do Corpo de Bombeiros:

Art. 28 O Corpo de Bombeiros, como unidade militar integrante da Corporação, tem uma organização especial e atribuições de caráter técnico, cumprindo-lhe defender a propriedade pública e particular contra o fogo e outras calamidades.

Art. 29 Administrativamente, a unidade é autônoma para aplicar os meios que lhes forem atribuídos pelos órgãos competentes do poder público.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, apresentam-se alguns conceitos que devem ser considerados para que se possam entender os fatores que envolvem a aquisição e confecção dos fardamentos de bombeiros. Os temas abordados constituem os fundamentos deste trabalho, ou seja, estabelecem um liame entre o problema proposto e o assunto em epígrafe, comprovando desta forma o descompasso entre a utilização do fardamento atual previsto na normatização (Decreto Estadual nº 3568 - Regulamento de Uniformes da Polícia Militar do Paraná, 2001. Dispõe sobre os fardamentos e uso na Corporação) e a necessidade da utilização de novas tecnologias.

O termo Nomex® refere-se à fibra Nomex®, de nome fantasia produzida pela empresa DuPont, fabricada em poliamida aramida, e se emprega na fabricação de tecidos ignífugos (retardantes do fogo) já que possui excelentes propriedades têxteis, não se derrete e só se carboniza a temperaturas próximas aos 400°C. Pelas suas características, o Nomex® se utiliza na confecção dos trajes de bombeiros, trabalhadores de empresas petroquímicas, siderúrgica e pessoal militar, entre outros.

O termo "Rip-Stop" refere-se a um tipo de tecido quadriculado que quando se rasga não se desfia. Utilizado em roupas ou produtos de nylon ou poliéster, incorpora fibras largas intercaladas com fibras mais estreitas, de forma a formar pequenas caixas no material. A idéia por trás deste tecido é a de que os rasgões não se alastrem, ou seja, quando encontram as fibras mais largas o rasgão pára. As fibras são feitas de um polímero que é esticado ao máximo até se tornar duro. Neste ponto, o material está no limite de tensão máximo. É então cortado em fatias muito fininhas para se fazer fios e posteriormente o tal tecido. Este método torna o tecido incrivelmente resistente. Pode-se fazer um buraco com a ponta de um prego, mas é extremamente difícil expandir o rasgo por mais que se tente. É fácil de distinguir este tecido pelo seu quadriculado.

3.1 Histórico da utilização do “Rip-stop”

O tecido “Rip-stop” foi desenvolvido por meio de uma evolução do Nylon, com fibras mais resistentes. Em 1960, chegou-se ao primeiro protótipo da fibra entrelaçada que se denominou “Rip-stop”; após ensaios foi utilizado para o uso militar e posteriormente para as diversas utilidades e nos mais diferentes propósitos. Atualmente, este tipo de tecidos está na maioria dos tecidos utilizados pelo Exército Brasileiro, Polícias Militares, Corpos de Bombeiros, Guardas Municipais, Indústrias, etc.

3.2 Histórico da utilização do “Nomex®”

O desenvolvimento da fibra de poliamida aramida, Nomex® deu-se em 1962 pela empresa Dupont a fim de participar da corrida espacial pela NASA; em 1969, os primeiros astronautas que pisaram sobre a Lua levavam trajes feitos com Nomex® de DuPont. Fibras de alta tecnologia resistentes ao fogo (como o Nomex®) significam a diferença entre a vida e a morte para os corredores da Fórmula 1 e os bombeiros de todo o mundo.

No caso de Bombeiros, a utilização de Fibra Aramida tem evoluído muito desde a sua descoberta, um ramo da indústria têxtil de alto desempenho desenvolveu a fibra exclusivamente para Corpo de Bombeiros, atualmente foi fabricada a fibra FR III (Flame Resistent).

As roupas de Nomex® protegem mais de três milhões de bombeiros em todo o mundo.

3.3 Outras tecnologias têxteis existentes

A resistência do KEVLAR® tem aplicação desde a Fórmula 1 até a luta contra a AIDS.

O KEVLAR® é uma das mais importantes fibras orgânica já desenvolvida pelo homem. Em razão se sua combinação única de propriedades

estruturais, ele é utilizado, desde o início dos anos 70, em uma ampla variedade de aplicações industriais. As fibras de KEVLAR® consistem de cadeias moleculares produzidas a partir do poli-parafenilenotereftalamida, possuindo uma altíssima resistência ao calor, grande rigidez (que o torna resistente a perfurações em geral), estabilidade estrutural e baixa condutividade térmica, entre outras propriedades. Seu domínio de utilização é vastíssimo:

- Fabricação de bicicletas;
- Carros de Fórmula 1;
- Uniformes de pilotos de corridas automobilísticas e de aviões militares;
- Desenvolvimento de sistemas contra explosões;
- Na luta contra a AIDS, entre outras utilidades.

Em julho de 1996, um grupo de pesquisadores britânicos desenvolveu um sistema de proteção contra explosões de bombas em compartimento de bagagens de aviões. O sistema foi desenvolvido pela Agência de Pesquisa Aérea, que é ligada ao governo do Reino Unido. A proteção consiste em uma couraça de KEVLAR®, moldada nos compartimentos destinados à carga de aeronaves. Em caso de explosão de uma bomba escondida entre as bagagens, o mais comum entre atentados, a parede de KEVLAR® absorve o impacto evita a propagação de chamas e destruição da cabina. Com isso, o risco de um avião cair ou explodir por interior fica reduzido, segundo os pesquisadores britânicos, em até 80 %. A principal motivação da pesquisa foi um atentado contra um Jumbo da PanAm sobre Lockerbie, na Escócia, em 1988.

Na Fórmula 1, o KEVLAR® vem sendo utilizado na composição de chassis, entre outras aplicações. Pelo menos desde 1976. Quando a McLaren começou a empregá-los na confecção de seus carros. O chassi do carro mais competitivo dos últimos anos, a Williams FW 18, é feito de composite (uma mistura de fibra de carbono com KEVLAR®). Com este material mais leve e resistente, o FW 18 acumula uma série de vantagens sobre seus competidores na área aerodinâmica. O KEVLAR® também vem desempenhando um papel importante na luta contra a AIDS.

O médico americano Mahlon Johnson, autor do livro Possível Milagre (Companhia das Letras) ficou famoso ao ser contaminado pelo vírus HIV em um acidente ocorrido enquanto autopsiava o cadáver de um paciente terminal de

AIDS, em 1992. Ele estava usando luvas de látex e o bisturi acabou por perfurá-las cortando-lhe a pele. Antes de iniciar a autópsia que o contaminou, ele reclamou sobre a falta de luvas de KEVLAR®. Naquela época, o Centro de Controle de Doenças Infecciosas dos Estados Unidos recomendava o uso de luvas de dois pares de látex. Hoje se sabe que a melhor forma de proteção são as luvas de KEVLAR®, uma inovação que poucas pessoas usavam em 1992. Atualmente, as luvas de KEVLAR® fazem parte da lista de melhores condições de trabalho nos hospitais norte americanos.

No Brasil a Teadit é a única fabricante nacional de fios e tecidos de fibra aramida (KEVLAR®) utilizados na confecção de EPIs – luvas de cinco dedos e luvas de mãos de gato, luvas tricotadas e grafatex (sem costura), aventais, perneiras, calçados, mangas e capuzes – e EPCs, como cortinas e cabanas de respingos de solda. A empresa fabrica também os tecidos convencionais, à base de amianto, embora estes estejam sendo substituídos pelos tecidos de aramida, que não representam riscos à saúde e ainda apresentem uma relação custo/benefício muito mais compensadora. Em média, pode-se dizer que um tecido de aramida dura cerca de 2,5 vezes mais que um tecido de amianto. O que torna seu custo 30 % menor que um tecido de amianto.

Os tecidos de fibra de aramida apresentam excelentes propriedades mecânicas, como alta resistência à abrasão e ao corte, além de resistirem a temperaturas de até 290 °C para trabalho contínuo. A resistência a alta temperatura aumenta consideravelmente à medida que se usam mais camadas de tecido ou reforços internos nos EPIs, chegando a uma temperatura máxima de 800°C por tempo limitado. Os tipos fabricados pela Teadit são os seguintes:

- KV 580 RT: devido à sua extrema maciez, possibilita uma ótima sensação de conforto ao usuário, sendo especialmente indicado para a fabricação de luvas. Pode ser utilizado em qualquer tipo de EPI;

- KV 370: Ideal para aplicações que reuniram excelente flexibilidade, como luvas. Construção tipo raso turco;

- KV 580 S: Desenvolvido para receber aluminização, fornecendo assim reflexão térmica. Pode ser utilizado para construção de EPIs em geral. Construção tipo sarja;

- KV 443: Confeccionada a partir de uma mistura de fibra aramida com outras fibras sintéticas. É aplicado para revestimento por tempo limitado.

Construção tipo tela;

- KV 443 ACE: Recebe um tratamento especial anti-chamas, que faz com que o tecido apresente índice de flamabilidade zero. Homologado junto aos laboratórios da DuPont, é recomendado para aplicações de oxicorte, contra respingos de solda e metais fundidos em geral.

3.4 Testes comprobatórios entre “Nomex®” e “Rip-stop”

Os testes comprobatórios estabelecem critérios e exigências técnicas mínimas aplicáveis à fabricação e ao recebimento de vestimentas resistentes a arco elétrico e chama, conforme preconizam as normas nacionais e internacionais aplicadas atualmente.

Os testes laboratoriais compreendem a execução de todos os ensaios de rotina e, quando exigido pelo Corpo de Bombeiros, também serão efetuados os ensaios de tipo. Os ensaios de tipo devem atender no mínimo o seguinte requisito de ser realizado em laboratório de instituição oficial ou no laboratório do fornecedor/fabricante desde que, nesse último caso, tenha sido previamente aprovado pela empresa compradora, neste caso o Corpo de Bombeiros.

3.5 A importância da proteção natural:

A roupa “resistente a chamas” não suportará combustão depois que a fonte de calor for removida. Existem dois tipos de tecidos que fabricam roupas resistentes a chamas: tecidos feitos de fibras naturais resistentes às chamas ou tecidos de processos químicos.

A palavra “natural” é definida como sendo envolvida na “constituição ou caráter essencial” de alguma coisa. A palavra “natural”, relacionada com a roupa resistente a chamas, significa que as propriedades resistentes a chamas fazem parte das fibras usadas no tecido das roupas – desde o primeiro momento em que estas fibras são feitas. Por causa da resistência às chamas em uma intrínseca parte dessas fibras, diz que, são permanentes e não ficam desbotadas e gastas, não importando o quanto a roupa foi lavada e usada. O termo “processo” e “processo

atual” se referem a um progresso na produção de uma mistura especial de químicas que é adicionado a um tecido natural inflamável, como o cotton ou cotton/nylon combinados, para chegar ao tecido final que é o resistente a chamas (RC). Tecidos feitos com fibras naturais RC ou processos químicos RC diferentes, devem ter as propriedades resistentes diminuídas ou removidas por completo dependendo o quanto estes tecidos foram lavados ou expostos no ambiente de trabalho.

Entendendo as básicas diferenças entre “natural” e “processo” as tecnologias de Resistência as Chamas são muito importantes para as avaliações, seleções e experimentos da roupa RC. Os tecidos da DuPont Nomex® - FR IIIA e a nova DuPont™ Protera™ são RC naturais e providos de uma excelente proteção contra o fogo e perigos relacionados à profissão.

Tecidos e roupas confeccionadas com Nomex® - FR IIIA tem sido certificado por alcançar as normas da NFPA 2112, e dar proteção superior das condições possíveis de exposição ao fogo. As roupas e tecidos da Nomex® IIIA são de longa duração e tem um histórico comprovado de execução e apresentação. Os tecidos da DuPont™ Protera™ tem projetos exclusivos para proteger contra arcos elétricos, alcançando NFPA 70E na Categoria 2 requisitada.

E como já dito anteriormente, os tecidos da Nomex® e Protera são de fibras naturais resistentes, adicionadas de produtos químicos, garantindo que as roupas não fiquem desbotadas ou gastas, não importando o quanto sejam usadas ou lavadas.

As propriedades naturais do tecido RC não ficam desbotadas ou gastam ao longo do tempo. Isto quer dizer que as propriedades da fibra natural usadas na produção da roupa não podem ser corrompidas. É crucial para a pessoa, saber que a proteção resistente a chamas vai estar em estado perfeito.

3.6 Comparativos de planilhas de custos para confecção de fardamentos com matéria prima de “Nomex® III – FR”, “Rip-stop” e algodão

Como mencionado anteriormente pelo Cap QOEPM Budal em sua monografia “*Sistema de fardamento da Polícia Militar do Paraná*” a diversidade no sistema de fardamentos é um fator complicador para o conselho econômico como também causa transtornos aos processos licitatórios e neste caso nossa corporação,

o Corpo de Bombeiros, supera a receita recolhida junto ao Conselho Econômico para aquisição de novas peças do fardamento. Sendo que o gasto pelo conselho econômico para a vestimenta de um policial militar em seu uniforme básico é de R\$ 406,26 (quatrocentos e seis reais e vinte e seis centavos) e o Corpo de Bombeiros com seu uniforme, incluídos o Brim e o Uniforme Panamá o ônus que onera chega a R\$ 698,16 (seiscentos e noventa e oito reais e dezesseis centavos).

*fonte Plano de Uniformes – PADU/2008

O trabalho apresenta uma análise dos gastos com a aquisição dos uniformes atuais para o Corpo de Bombeiros, efetuando um comparativo com as três texturas estudadas (Nomex®, “Rip-stop” e algodão).

Também fornece subsídios baseados nos testes realizados como laboratório, para que alimentem os processos licitatórios para aquisições futuras de novas tecnologias (Nomex® e “Rip-stop”), desde que haja viabilidade em relação a custo benefício para corporação.

Abaixo as tabelas comparativas de custo de confecção de fardamentos nos tecidos propostos neste trabalho, para que sirvam também de instrumento de avaliação de custo benefício caso necessite para aquisição de lotes de fardamentos.

TABELAS COMPARATIVAS DE CUSTO

VALOR	ALGODÃO	RIP STOP	NOMEX®
Por unidade	R\$ 180,00	R\$ 350,00	R\$ 980,00

O fardamento em tecido de algodão tem o custo menor, embora haja necessidade de mais aquisições devido ao desgaste que faz o uniforme desbotar perdendo a qualidade e os padrões exigidos por uma unidade militar.

O “Rip-stop” como se pode observar na tabela acima, possui um custo intermediário, mas o custo benefício em relação a comparativos orçamentários faz com que tal tecido tenha uma aceitação melhor, pois sua aquisição tem uma duração mais extensa do que o fardamento em algodão, suas fibras mais resistentes contribuem para que haja um desgaste menor e uma maior resistência permitindo desta forma um tempo mais prolongado pra substituição de fardamento.

Por outro lado, os comparativos mostram um valor muito elevado para aquisição de fardamentos em NOMEX® – FR III, que inviabilizam os processos licitatórios, até porque temos EPIs para combate a incêndios já com estas características.

A idéia que se tem em relação de ter um uniforme em NOMEX® para que sirva já como EPI diminuindo então as camadas das capas de incêndios de 4 (quatro) para 3 (três) camadas, com isto reduzindo seu custo de aquisição, não condiz com a realidade pesquisada e difundida pela NFPA que mantém um padrão de que a Capa é um EPI diferente do uniforme que é apenas uma peça que integra o fardamento.

3.7 Protótipos para confecção de novos fardamentos utilizando as novas tecnologias (“Nomex®” e “Rip-stop”)

Foram confeccionados dois protótipos do fardamento com a moderna tecnologia, um em Nomex® FR III e outro em “Rip-stop”, para que sirvam de laboratórios reais para mensurar em condições extremas de utilização do fardamento. E que após análise, distinguir qual se adapta melhor às necessidades exigidas nas ocorrências atendidas pelo Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Paraná.

Foram confeccionados os dois protótipos conforme prescreve o Regulamento de Uniformes da PMPR, conforme Decreto Estadual nº 3568 de 2001, que dispõe sobre os fardamentos e uso na Corporação e também de modo a atender a Norma Regulamentadora - NR 6 que rege a confecção de equipamentos de Proteção Individual bem como normatiza detalhes para orientar os quesitos em relação à segurança para o usuário de tal vestimenta.

Utilizamos tecidos em “Rip-stop” e Nomex® FR III – para que sirvam de modelo comparativo, entre o fardamento atual e os ensaios, todas as insígnias foram adotadas conforme o Regulamento de Uniforme da PMPR – RUPM.



protótipo da confecção da calça em “Rip Stop”



4 METODOLOGIA

Depois de apresentarem-se as razões para o desenvolvimento deste estudo, resgatarmos o histórico da Corporação, a necessidade de modernização de nosso fardamento e relacioná-los com os estudos acerca das características científicas da confecção para o fardamento possibilitando identificar como se dará todo o processo de pesquisa de campo, análise de laudos técnicos comparativos e ainda planilhas de custo para aquisição de tecidos com novas tecnologias como o Nomex® FR III o "Rip-stop", permitindo, desta forma, um instrumento que servirá no futuro de indicador para processos licitatórios que atendam nossa demanda para utilização de um fardamento realmente uniforme e extremamente operacional identificando o nosso profissional e ainda proporcionando ao bombeiro segurança em suas ações de Combate a Incêndios, Salvamentos e atendimento pré-hospitalar, podemos ainda com este trabalho monográfico proporcionar ao nosso público interno as mais modernas tecnologias usados na indústria têxtil para corporações de bombeiros de todo o mundo , com isto a conclusão final do trabalho de acordo com os interesses descritos na Introdução.

4.1 Tipo de Estudo

Este trabalho se caracteriza por ser uma pesquisa de campo, consistindo de análise de laudos técnicos, comparativos dos novos tecidos propostos, bem como de levantamento de informações por meio de questionários dirigidos à tropa do 1º Grupamento de Bombeiros no município de Curitiba, especificamente na área do 2º SGB/1º GB – Posto de Bombeiros Portão, contemplando o efetivo desta área, atingindo 77 (setenta e sete) bombeiros, pertencentes à região do Quartel do Portão, e ainda um questionário específico para o bombeiro que utilizar o protótipo de fardamento confeccionado com o tecido "NOMEX®" e "Rip-stop".

Seguem-se ainda a esta pesquisa de campo, questionários dirigidos às pessoas que atuam diretamente no serviço operacional do Corpo de Bombeiros, a análise de comparativos de planilhas de custo para aquisição de fardamento em

NOMEX®, “Rip-stop” e algodão. A pesquisa foi baseada em dados estatísticos, a análise das perguntas elaboradas, a fim de constatar as principais mudanças com a utilização do novo fardamento operacional, bem como apontar as deficiências e as principais qualidades do material empregado.

Partindo desse aspecto, entende-se que o objetivo desse estudo está em apresentar tecnologias de ponta da indústria têxtil para uso nas atividades de Bombeiro.

Fardamento este que poderá ser adotado pelo bombeiro militar mesmo não estando em serviço operacional até por que em seu deslocamento ele poderá se deparar com situações que o obriguem a atuar e neste momento ele estará desprovido de EPIs, fazendo com que o uniforme proposto também tenha a consciência de segurança e de identificação do agente público que esta prestando assistência neste momento, a qualidade do tecido, as faixas refletivas destacaram no meio da sociedade impondo respeito e segurança à população.

4.2 Instrumento para Coleta de Dados

Para a obtenção dos dados foram utilizados os protótipos de fardamento confeccionados em Nomex® e “Rip-stop”, bem como normativas e regulamentos citados nas referências deste trabalho monográfico bem como confecção de 77 (setenta e sete) questionários voltados à tropa (Posto de Bombeiros do Portão) a fim de apresentação das novas tecnologias e um questionário específico voltado ao usuário dos fardamentos fabricados para teste.

Esses testes comprobatórios continham as seguintes avaliações:

- Testes de flamabilidade e de combustão de tecidos;
- Testes de Arco voltaicos;
- Testes de lavagens;
- Testes de estruturais e de estética.

4.2.1. Testes de flamabilidade e de combustão de tecidos

O referido teste tem como objetivo avaliar o comportamento de um tecido quanto à facilidade de propagação de combustão, quando exposto a uma chama sob condições padrões.

O desenvolvimento de novas fibras e a sua aplicação em vestuário técnico para ser utilizado em situações de alto risco, fazem com que este domínio da indústria têxtil em geral, e da confecção em particular, adquiram 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.

No que respeita à proteção e para dar uma resposta à 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.

A resistência às chamas 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.

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.

Atualmente, utiliza-se o “Índice de limite de oxigênio “ - LOI 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	Índice de Limite de Oxigênio - LOI
Poliamida Aramida – NOMEX®	30,0 %
Poliéster – “Rip-stop”	30,6 %
Algodão	18,4%

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

Tem também importância decisiva a temperatura de inflamação, conforme tabela abaixo:

FIBRAS TÊXTEIS	TEMPERATURA (° C)
Poliamida Aramida – NOMEX®	530
Poliéster – “Rip-stop”	450
Algodão	400

A Poliamida Aramida (NOMEX®) 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.

Outro teste efetuado foi em relação à perda de calorias por gramas de tecidos expostos. O resultado conforme tabela abaixo:

FIBRAS TÊXTEIS	CALORIAS/ GRAMAS
Poliamida Aramida – NOMEX®	7380
Poliéster – “Rip-stop”	5670
Algodão	3910

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 portanto um fator de segurança dos seus utilizadores.

As diversas fibras têm, no entanto, comportamentos diferentes perante o 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.

4.2.1.1 Procedimentos para testes - PRÁTICA 01

a) Título

Flamabilidade de tecidos - Teste vertical

b) Objetivo

Avaliar o comportamento de um tecido quanto à facilidade de propagação de combustão, quando exposto a uma chama sob condições standards.

c) Aparelhagem

Queimador a gás e suporte para posicionamento do corpo de prova

d) Corpo de Prova - Amostra

Cortar 3 (três) corpos de provas de 152 mm x 381 mm, com a maior dimensão no sentido do comprimento.

Procedimento**a) Pesagem dos corpos de prova**

Efetuar a pesagem dos corpos de prova, com uma aproximação de 0,01g, achando o valor do peso inicial (P_i);

b) Teste de combustão

Executar o ensaio de queima, nas seguintes condições:

- Gás
- Altura da chama: 3,8 cm
- Tempo de exposição da chama: 3 seg.

O corpo de prova tensionado pela ação de dois prendedores presos à extremidade do lado inferior é posicionado na vertical sobre o queimador, de modo que sua borda inferior fique a meia altura da chama. Cronometrar o tempo desde o contato da chama com o Corpo de Provas até a combustão do material se auto-extinguir, com aproximação de 0,1 seg.

Valor: Tempo de queima (T);

c) Segunda pesagem dos Corpos de Provas.

Efetuu-se a pesagem do material restante de cada Corpo de Prova – C.P., no espaço de tempo de 1 minuto do termino da queima.

Valor: Peso final (P_f).

Resultados

Os corpos de prova não foram acondicionados para o ensaio, isso pode ter influenciado nos resultados.

4.2.1.2 PRÁTICA 02**a) Título**

Flamabilidade de tecidos de teste em ângulo de 45°.

b) Objetivo

Tem como objetivo o controle de combustão dos tecidos e artigos têxteis (fibras, filamentos e fios). Ela descreve um método para medir o tempo

mínimo em que os têxteis levam para incendiar.

c) Aparelhagem

Cabina com queimador a gás e suporte para posicionamento do corpo de prova, em ângulo de 45° com a horizontal.

d) Corpos de Prova

Cortar 5 (cinco) Corpos de Prova – C.P. nas medidas de 150 mm x 50 mm, com a maior dimensão no sentido (cordame ou trama), que apresentar uma maior propagação de queima mais rápida, item que deve ser determinado num teste prévio. Verificar se também há diferença de comportamento em relação a face exposta a chama.

e) Procedimentos

- Fixou-se a amostra no suporte e introduziu-se no plano inclinado;
- Executou-se o teste com as seguintes condições:
- Distância da extremidade do queimador corpo de prova deverá ser de 8 mm;
- A chama deve ter um comprimento de 16 mm;
- O queimador deve ter uma altura de 19 mm, medido da extremidade de inferior do corpo de prova, sobre uma vertical traçada na metade do comprimento do mesmo;
- Tempo de exposição à chama de 3 segundos.
- Cronometrou-se o teste desde o exato instante de contato de corpo de prova com a chama, até a propagação da queima por uma distancia de 5 polegadas (12,7 cm), no sentido do comprimento do corpo de prova.

4.2.1.3 Conclusão dos testes de flamabilidade e combustão

Para tecidos cuja probabilidade de incêndio é relativamente alta, deve-se dar atenção especial a sua flamabilidade, e para isso pode-se utilizar, na extrusão e no acabamento, produtos químicos que diminui a flamabilidade das fibras têxteis e dos tecidos.

Todos os tecidos apresentaram uma flamabilidade mais baixa, ou seja, possuem uma menor área destruída devido à menor presença de oxigênio entre as moléculas de fibras.

A propagação da chama em tecido depende principalmente do tipo

de fibra utilizada (celulósica, protéica ou sintética). As fibras celulósicas, tais como o algodão e a viscose incendeiam-se com facilidade. As fibras protéicas dificilmente se incendeiam. Tanto acrílico como o poliéster, ambas as fibras termoplásticas, encolhem na presença de uma chama e tendem a não se incendiarem.

Há outros fatores que influenciam na flamabilidade, além da matéria-prima sendo: a densidade do tecido, o título, a ligação, o LOI (índice de limite de oxigênio).

Pode-se ainda classificar os tecidos que não propagaram a chama (lã e poliéster com proteção) como tecida combustíveis e os demais tecidos, que além de não resistirem ao fogo, propagaram mesmo após a fonte de calor ter cessado.

Outro grande fator que pudemos observar e considerar foi o tempo que cada amostra levou retardar a chama. Com isso, observamos a empregabilidade de cada fibra e tecido na fabricação de artigos.

4.2.1.4 Testes de combustão no laboratório da DuPont

Testes efetuados no laboratório da DuPont no manequim denominado Homem Térmico, demonstram a eficiência do tecido Nomex® em relação ao tecido de Algodão e "Rip-stop".

O Homem Térmico é um manequim confeccionado para testes com fogo, feito de resina para agüentar altas temperaturas equipados com 122 (cento e vinte e dois) sensores térmicos, sendo que cada um dos sensores medem a energia que incidem sobre o sensor e a partir destes dados enviados para um computador pode-se avaliar o nível de queimaduras como 1º, 2º e 3º Graus.

O teste consiste em colocar o manequim equipado com as vestimentas dentro de uma câmara com 12 maçaricos a uma temperatura de 1.000 °C por dez segundos.

No 1º teste, foram efetuados testes com o Homem Térmico vestido com fardamentos em algodão e "Rip-stop"; foi constado que o Manequim continuou a queimar mesmo com a retirada das chamas, após verificação constatou-se que as queimaduras atingiram 90% do corpo do manequim causando queimaduras de 3º Grau em todo o percentual, o que levaria com certeza a óbito quem por ventura estivesse vestindo tal fardamento em algodão ou "Rip-stop".

No 2º teste, usa-se a vestimenta em Nomex® após o término do teste em questão foi verificado que as queimaduras atingiram apenas 1% de queimaduras pelo corpo, queimaduras também de 3º grau, mas que pela extensão não provocariam morte do bombeiro que estivesse vestido com o Nomex®.

Isso foi possível porque o Nomex® contém uma combinação de moléculas que elimina um dos quatro elementos do fogo, a reação química. As fibras do Nomex® são feitas de uma série de anéis de Benzeno, esses anéis são fortes agrupamentos de átomos de Carbono capazes de interromper o incêndio; quando o calor chega ao Nomex® ele carboniza o que significa que o Carbono repele a chama ao impedir a reação química e assim o fogo não resiste.

A carbonização também torna a fibra mais grossa o que reforça o isolamento, ou seja o Nomex® constrói sua própria barreira contra o calor.

4.2.1.5 Proteção dos produtos têxteis contra a chama

Nos últimos anos tem havido um contínuo aumento do interesse na forma que tem lugar a combustão responsável pelo modo de influenciar esta propriedade. Tendo em conta que a consequência de numerosos incêndios que se produzem a cada ano é 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 prevenção dos incêndios por meio de um tratamento que converte os materiais de combustão fácil em difícil inflamação. Quando se define o material ignífero se emprega frequentemente outros térmicos em relação aos produtos têxteis, como são "sólido ao fogo" e "sólido a chamas".

4.2.1.6 Combustão das Fibras

Para se fazer entender, abaixo seguem os conceitos utilizados nos testes de flamabilidade e combustão das fibras textéis.

- **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.

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 1400°C);
- Transmissão por superfícies quentes, etc (200 a 2000°C);
- Radiação térmica.

A combustão das fibras tem lugar nas seguintes fases:

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

4.2.1.7 Fatores que influenciam no comportamento da combustão dos produtos têxteis

A dificuldade em prognosticar o comportamento em caso de incêndio se deve sobretudo 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 Inflamabilidade das fibras.

4.2.1.8 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.

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 o 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, 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 ter sido uma das primeiras no tocante a

tratamentos ignífugos, graças ao elevado volume de tecidos que vem exportando aos países do norte europeu anteriormente citados.

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.

4.2.1.9 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. 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 ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), 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 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. 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.

4.2.1.10 Novas alternativas de produtos têxteis ignífugos 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, 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 se pode saber até que ponto estes efetivamente mantêm a sua capacidade ignífuga, mesmo que a permanência do acabamento seja garantida por certo número de lavagens. Resultados reproduzíveis relativos 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 oferecidos diversos tipos no mercado, entre eles também está incluído o algodão, submetidos a processos de acabamento. Nos processos 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 *"Knowhow"* 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.

4.2.1.11 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 integrado 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.

4.2.1.12 Uma solução eficiente na proteção contra o fogo (KEVLAR® e NOMEX®)

No Brasil, ainda predomina o uso do algodão com retardante de chamas e do Amianto nos uniformes de proteção, Aos poucos, estes produtos começam a ser substituídos pela aramida, fibra sintética da família das poliamidas aromáticas. Uma das mais utilizadas no Brasil é a NOMEX®, desenvolvida pela Du Pont, que produz cerca de 16 mil toneladas/ano deste produto para a confecção de roupas de proteção contra o fogo. Os tecidos confeccionados com NOMEX® apresentem uma série de outras vantagens:

- Alta resistência a produtos químicos perigosos como ácido de demais materiais tóxicos e corrosivos;
- Grande estabilidade estrutural (a fibra não pode ser fundida e se contrai de forma máxima sendo um mau condutor de calor).

A DuPont realizou testes comparativos para avaliar o desempenho do algodão tratado e a fibra NOMEX, quando em contato com ácido sulfúrico concentrado. A roupa de algodão resistiu cerca de 15 segundos e ficou completamente destruída. A roupa de NOMEX® não registrou qualquer dano.

A Du Pont sintetizou esta fibra no final da década de 60, Nos E.U.A, e passou a comercializá-la sob várias forma:

- Filamentos, Fibra cortada;
- Fio fiado;
- Tecido, Feltro e papel

Ela pode servir para a confecção de diversos produtos:

- Filtro para sistemas industriais que utilizam gases a alta temperatura;

- Isolamento para motores elétricos expostos a temperatura superiores a 180 °C;

- Tecidos para roupa de proteção.

A partir desta fibra, a DuPont acabou desenvolvendo uma outra, a KEVLAR®, que possui vantagens e desvantagens em relação ao NOMEX®. As vantagens são:

- Maior rigidez;

- Alta resistência e estabilidade em razão de suas qualidades estruturais.

A principal desvantagem consiste em não oferecer a textura e a leveza do NOMEX®, sendo um pouco mais grosso e menos flexível.

4.2.1.13 Classificação das roupas por riscos

O tipo mais adequado de roupas protetoras contra o calor é determinado, em grande parte, pelo trabalho que deve ser realizado e pelas características das fontes de calor. Por isso, é conveniente classificar os ambientes de acordo com o método pelo qual se manifesta a energia calorífica:

- Radiação de alta temperatura procedente de uma fonte localizada (unidirecional) ou dispersa (calor úmido);

- Temperatura alta do ar com umidade baixa (calor seco) ou com umidade alta (calor úmido);

- Uma combinação de calor (a) e (b), da qual é um exemplo extremo a zona afetada por chama;

- Condução proveniente de objetos sólidos quentes;

- Condensação (uma situação rara que surge do contato com o ar saturado a temperatura mais altas que a temperatura do corpo);

Muito dos materiais utilizados nos trajes diários podem ser utilizados para proteger-se do calor. Sendo a principal restrição a sua inflamabilidade. Até hoje a lã, o algodão tratado à prova de chamas são predominantes, embora os materiais sintéticos venham ocupando cada vez mais espaço.

Entre eles destaca-se o 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. Outras variações também se destacam como veremos abaixo:

- **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 Nomex® 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 rigidez 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/m² 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/m².

4.2.2 Testes de Arco voltaicos

As queimaduras por arcos elétricos representam uma parcela muito grande entre os ferimentos provocados por eletricidade em locais de trabalho. Apesar da seriedade e da importância vital que isso representa para os trabalhadores que executam serviços em eletricidade, este assunto tem recebido pouca atenção pelos usuários em geral, quando comparado com outros perigos da eletricidade como os choques, incêndios e outros aspectos que tange a segurança industrial.

É reconhecido que a tecnologia tem evoluído muito para preservar a integridade do equipamento ou da instalação, como proteção do sistema elétrico, detecção do arco interno, equipamentos resistentes a arco entre outros. Estas tecnologias normalmente são aplicadas para proteção patrimonial e operacional da instalação na eventualidade de ocorrer falhas no sistema elétrico segregando as partes afetadas ou confinando as conseqüências da falha em invólucros como painéis de tal forma que não atinja as pessoas que eventualmente estiver na proximidade.

A maioria dos acidentes acontece quando o operador ou o electricista precisa remover as barreiras de proteções como portas de painéis, instalar ou inserir e remover componentes operacionais como disjuntores com o equipamento energizado. Nestas situações, o trabalhador fica totalmente exposto ao perigo e a sua segurança só depende da prática segura e uso de EPI adequado. É justamente nesta condição de trabalho que devemos ficar atentos providenciando proteção.

A energia liberada por arco elétrico é extremamente alta e pode causar ferimentos severos até a uma distância de 3 metros do ponto de falha nos equipamentos industriais de alta tensão mais comuns e igualmente para distância menor, nos equipamentos de baixa tensão. A energia liberada varia de acordo com a configuração do sistema elétrico e nível de curto circuito disponível no ponto da falha.

O risco pode ser avaliado na mesma sistemática adotada para dimensionamento e proteção dos equipamentos. As zonas de risco e o potencial podem ser determinados e calculados. Conhecendo a zona e o nível de risco,

podemos estabelecer medidas de proteção através de soluções de engenharia, tais como limitação de energia a um nível suportável, do confinamento da energia e escolha adequada de Equipamentos de Proteção Individual.

4.2.2.1 Equipamento de Proteção Individual – EPI para arcos voltaicos

No Brasil, a NR-6 - Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho e Emprego estabelece as exigências legais para Equipamentos de Proteção Individual (EPI) para proteção dos trabalhadores contra riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho. Nesta NR não está explícita a necessidade de proteção contra arcos elétricos, mas estabelece que o EPI deve proteger os trabalhadores contra agentes térmicos tanto para cabeça, face, membro superior e inferior e corpo inteiro. O arco elétrico numa falha é um agente térmico igual da solda elétrica a arco. A diferença é que nos serviços em eletricidade os arcos ocorrem por falha liberando energia muito superior a de uma máquina de solda e é um risco suscetível de ameaçar a segurança e a saúde do trabalhador, portanto o trabalhador deve ser protegido pelo EPI da mesma maneira que protegemos os soldadores.

Nos Estados Unidos e na Europa, em função da necessidade e obrigatoriedade legal para proteção contra os efeitos térmicos do arco elétrico, foram desenvolvidas normas para verificar e determinar o desempenho dos tecidos e vestimentas utilizados como EPI's pelas entidades como a ASTM (1) nos EUA, a CENELEC (2) na Europa e o IEC (3) com abrangência internacional.

4.2.2.2 Características dos materiais das vestimentas de proteção contra arcos elétricos.

De acordo com o NFPA 70 E (7), as fibras de algodão tratado retardante de chamas, Meta-aramida, Para-aramida, Poli-Benzimidazole (PBI) são materiais com características de proteção térmica em geral. A fibra de Para-amida, além da proteção térmica, ainda tem uma característica que evita o "Break Open",

ou seja, rachadura do material carbonizado.

Os materiais sintéticos como poliéster, nylon, e mistura de algodão-sintético não devem ser utilizados para proteção contra arcos elétricos, pois elas derretem sobre a pele quando exposto à alta temperatura conseqüentemente agravando a queimadura.

Algodão e mistura algodão-poliéster, seda, lã e nylon são considerados materiais inflamáveis. Os tecidos com fibras de algodão tratado retardante de chamas, Meta-aramida, Para-aramida, Poli-Benzimidazole, podem iniciar a ignição, mas não mantêm a combustão quando a fonte for removida.

As vestimentas fabricadas com materiais naturais como, algodão, seda e lã são consideradas aceitáveis, de acordo com NFPA, se a análise determinar que o tecido não continuará queimando nas condições de exposição ao arco elétrico.

A NFPA expressa claramente que as fibras sintéticas puras de nylon, poliéster, rayon ou mistura destes materiais com algodão, não devem ser utilizados como material de proteção contra arcos elétricos. Alguns tecidos resistentes a chamas como modacrylico não resistente a chama e algodão tratado retardante de chamas não-duráveis, conforme critério de teste de durabilidade da ASTM não são recomendados para uso de proteção dos trabalhadores em serviços de eletricidade.

As características das roupas de proteção para arcos elétricos devem ser diferentes daquelas normalmente utilizadas para proteção por efeitos térmicos das chamas. A transmissão do calor liberado por arco é predominantemente por radiação (aprox. 90%) num espaço de tempo muito curto podendo atingir temperaturas altíssimas como 20.000° C. O calor das chamas é transferido por convecção e radiação (50/50%) a temperatura em torno de 2.000° C, dependendo do tipo do material combustível, e o tempo de exposição pode variar em função do tipo de proteção requerido, por exemplo, para fuga, ou para combate a incêndio.

4.2.2.3 Testes para tecidos e roupas de proteção contra arcos elétricos

Atualmente existem três normas para testes de tecidos e roupas para proteção contra queimaduras por arcos elétricos, a ASTM-F 1959/F1959M-1999, IEC-61482-1 e CENELEC ENV 50354:2000 da comunidade europeia.

Tanto a ASTM como a IEC, estabelecem critérios de teste e análise para estabelecer quantitativamente a característica térmica do material e o desempenho de proteção com determinação do ATPV ou E_{BT} assim permitindo comparar o desempenho de diferentes materiais de proteção e escolher a proteção mais adequada para o nível de risco existente no local de trabalho. A CENELEC estabelece critério de teste qualitativo definindo à corrente e tempo do arco, sem medição da energia, e verifica se o material passou ou não passou no teste dentro dos parâmetros estabelecidos na inspeção visual e tempo de combustão do material.

4.2.2.4 Conclusão a respeito dos testes nas vestimentas por arcos voltaicos

A escolha da vestimenta ou roupa de proteção contra queimaduras por arco elétrico requer uma avaliação detalhada da natureza do arco elétrico e das práticas de trabalho e não deve ser realizada somente por analogia com os demais agentes térmicos. A engenharia elétrica pode e deve contribuir na identificação e avaliação do risco e tomar medidas para proteger as pessoas além da proteção da instalação e equipamentos elétricos.

O ser humano comete erros, assim como ocorrem falhas nos equipamentos e instalação elétrica. A engenharia reconhece que as falhas elétricas são inerentes a qualquer sistema elétrico, motivo pelo qual desenvolvemos tecnologias como dispositivos de detecção e proteção e equipamentos mais resistentes a arcos elétricos. Além da proteção dos equipamentos e da instalação a engenharia elétrica também deve estar focada e contribuir no desenvolvimento das tecnologias para proteger as pessoas avaliando os riscos.

As normas para proteção contra arcos elétricos, são elaboradas pelos grupos da eletricidade como é o caso do IEC, CENELEC e NFPA, e não pelo grupo de segurança do trabalho em especial.

Esperamos que em breve, no Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Paraná sejam formados comissões de avaliação para aquisição de fardamentos ou EPIs que atendam as normas internacionais em vigor, para uma maior proteção da nossa tropa.

4.2.3 Testes de Lavagens

Foram testados empiricamente os protótipos confeccionados, para estudos deste trabalho monográfico e constatamos que após 20 lavagens já apareceram algumas modificações importantes que podemos destacar nos três tipos de fardamentos, o de algodão, o de “Rip-stop” e o de Nomex®;

a) Algodão:

Após dez lavagens nitidamente houve desbotamento da farda, ocasionando falta de padronização para o fardamento, inclusive com diferenciação de textura e de cor entre a gandola e a calça.

b) “Rip-stop”:

Após dez lavagens manteve-se sua configuração original sem desbotar nem perder as características, demonstrando uniformidade e padronização.

Foram questionadas também as integrantes de tropas operacionais que utilizam o “Rip-stop” como a Companhia de Policiamento de Choque – Cia P Choque, O Batalhão Ambiental – BAmb e o Grupo Ostensivo de - GOST, os integrantes consultados se apresentaram a favor do fardamento, por apresentarem maior durabilidade e padronização.

c) Nomex®:

Não desbotou, mas seu tecido ficou cheio de “bolinhas” caindo assim o padrão; não perdeu a característica embora a estética não se manteve.

4.2.4 Testes de estruturais e de estética.

Foram verificados dois testes o estrutural e o de estética, conforme abaixo demonstrado.

a) Teste Estrutural:

Os testes estruturais realizados nos protótipos, após os ensaios de inflamabilidade e de resistência a arcos voltaicos demonstraram que a melhor fibra é a de poliamida aramida – Nomex® e seguida do “Rip-stop” que tiveram seu índice de ruptura muito alto o que não aconteceu com o Algodão, demonstrando com isto que a durabilidade dos materiais à base de Nomex® e a base de “Rip-stop” são extremamente superiores ao fardamento confeccionado em algodão o qual utilizamos hoje.

b) Teste de estética:

Os testes de estética caracterizaram pela aparência das peças do fardamento e ainda pela padronização dos tecidos que ora estavam em teste (Algodão, “Rip-stop” e Nomex®).

Destaca-se pela padronização que um uniforme militar exige de seus componentes o fardamento confeccionado em tecido com trama em “Rip-stop” por seu caimento perfeito, sua durabilidade e por não desbotar apresenta uma cor praticamente igual de quando confeccionada nova obtendo uma maior padronização em relação aos demais tecidos testados. Ainda cabe salientar que o tecido com fibra “Rip-Stop” é um pouco desconfortável em relação ao de algodão ou o de Nomex®, por ter uma fibra mais resistente tem um fardamento mais duro dependendo da porcentagem do “Rip-stop” utilizado que colabora para ter uma farda mais dura, e por tratar-se de ser praticamente um nylon no início para vestir a farda tem a sensação de a farda ser fria, mas com o tempo esta sensação já é absorvida pelo corpo.

Já o protótipo confeccionado em Nomex® por ele ter sua estrutura mais fina que o “Rip-stop” e o algodão, não obteve uma estética desejável para um fardamento militar, ficando um pouco desajeitado devido ao tecido ser muito maleável.

O algodão por sua vez demonstrou-se muito confortável, mas em comparação com o “Rip-Stop” e o Nomex® sua facilidade de perder a cor e com isto ocasionar uma falta de padronização fez com seu teste comprovasse o que já sabíamos o material não é bom o bastante para manter a padronização.

5 ANÁLISE DOS DADOS

Depois de coletados os dados dos testes realizados, conforme organograma apresentado no projeto da monografia foi desenvolvido o estudo dentro dos interesses de sua idealização, permitindo a análise desses resultados e alcançar os objetivos traçados.

A seguir, observam-se os resultados obtidos e realizam-se as devidas análises.

5.1 Resultados Obtidos

Inicia-se este capítulo trazendo os dados coletados dos testes comprobatórios realizados para capacidade de inflamabilidade, resistência estrutural, lavagens, estética e ainda testes comparativos em relação a custo benefício, tais testes possibilitaram atingir os objetivos propostos.

5.2 Análise dos Dados

Com base nos resultados obtidos, que foram tratados a partir dos testes aplicados nos protótipos, podem-se realizar as seguintes análises:

A) Quanto à apresentação da nova tecnologia de materiais à prova de fogo, tecidos com materiais mais resistentes com dificuldade de sofrer danos por cortes ou rasgos, bem como fardamentos com faixas refletivas voltadas a cumprir a Norma Regulamentadora NR - 6, proporcionando, desta forma, maior segurança, apresentados em de questionários propostos no projeto deste trabalho monográfico em questão e também com a apresentação dos protótipos de fardamento confeccionados em fibra Nomex® e "Rip-stop" e questionários direcionados aos integrantes do efetivo da 1ª Seção de Bombeiros do 2º Sub Grupamento de Bombeiros do 1º Grupamento de Bombeiros, constatou-se que a minoria tinha conhecimento a respeito das novas tecnologias existentes no mercado e que a grande maioria aprovam o modelo confeccionado a fim de atender a NR-6 no que diz respeito a sinalização de segurança para vestimentas.

B) Os comparativos relativos a custo para aquisição e confecção de

uniformes, demonstram que o custo do Nomex® é bem mais elevado do que o custo do fardamento confeccionado em algodão, mas se inserirmos a este custo fatores como a durabilidade, estética e padronização chegarão a um custo benefício que mais atende os anseios de nossa corporação ao fardamento confeccionado em fibra “Rip-stop”

C) Com relação aos testes de flamabilidade e de combustão dos tecidos, o protótipo confeccionado em fibra de Poliamida aramida, Nomex® levou uma vantagem considerável em relação aos demais, fato este comprovado devido à estrutura que impede a propagação das chamas dando uma maior proteção ao usuário do fardamento confeccionado com o material supracitado.

D) Durante os testes de proteção contra arcos voltaicos destacou-se a capacidade do tecido em Nomex® que proporciona uma proteção extra com menor risco de acidentes ao usuário do fardamento, salienta-se que neste teste nem a roupa feita de “Rip-stop” e nem a de algodão proporcionam segurança aos nossos bombeiros, por não impedir a ação de arcos voltaicos em cima dos usuários, deste modo o material em Nomex® possui esta vantagem em relação aos demais.

E) Os testes de lavagens destacam a capacidade de não perder as características tanto na aparência quanto na estrutura do modelo confeccionado em fibra “Rip-stop”, já que não houve perda de cor, nem desfiamento de fibras, o que não aconteceu com o fardamento de Nomex® cujo tecido encheu de “bolinhas” e o tecido de algodão que apresentou tanto desbotamento de cores como desfiamento de fibras por ação mecânica da lavagem.

F) Os comparativos dos testes estruturais demonstraram que o protótipo feito de Nomex® e “Rip-stop” são resistentes a rasgos, com isto sua durabilidade é bem maior que o fardamento utilizado pela Corporação nos dias de hoje. Conjuntamente com os testes estruturais foi possível observar a estética que predomina na farda confeccionada em “Rip-stop” proporcionando um padrão que uma instituição militar merece.

5.3 Conclusão da Análise dos Dados

Nesta fase do estudo constata-se que como em qualquer outra atividade que o Corpo de Bombeiros desenvolve, é de extrema importância o

desenvolvimento da pesquisa na utilização de novas tecnologias, bem como em processos de aquisições de fardamentos que realmente sejam práticos e atendam as necessidades de nossa Corporação.

Conforme se observa no estudo desenvolvido, a execução das atividades operacionais está diretamente ligada à proteção do Bombeiro, o que é um fator importante, pois nem sempre terá à sua disposição os meios necessários ou companheiros para o auxílio nas ações relativos à atividade-fim de nossa Corporação.

De acordo com os dados obtidos, estabelece-se que o ideal é que nossa tropa possa ser equipada com vestimentas confeccionadas em fibra aramida (Nomex®), mas quando se individualizaram as missões a nós impostas verifica-se que podemos atualizar nosso fardamento diário com novas tecnologias para que resistam mais as nossas condições e possam ser tão úteis quanto o ideal pretendido atendendo as necessidades de forma coerente e responsável.

Conclui-se também pela análise dos gráficos de custo que a acentuada diferença nos preços para aquisições de fardamentos em Nomex® deve ser considerada com rigor haja vista que tal economia poderá ser aplicada em melhorias de condições, em outros equipamentos necessários à proteção de bombeiros ou equipamentos para realizar sua missão com segurança, perícia, tática e técnica para melhor atender as necessidades da população.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No início deste estudo, propôs-se verificar se a condições dos fardamentos para o profissional Bombeiro-Militar que é fator determinante para que possa cumprir a atividade a nele instituída com eficiência e eficácia. No cotidiano desse profissional, em muitas das suas ações, ele não pode lançar mão do uso de equipamentos de proteção, que permita proporcionar segurança e tranqüilidade a este profissional que por muitas vezes será elemento decisivo do sucesso da ocorrência. No entanto, quando a referência passa a ser o serviço operacional, temos como certo que o bombeiro conta com equipamentos auxiliares de muita importância. Porém, essa atividade exige do profissional uma capacidade técnica muito mais acentuada do que nas demais ações e deve estar preparado e equipado a fim de se proteger para poder desenvolver sua missão com segurança e tranqüilidade. Desta necessidade, o estudo em questão foi dirigido para estabelecer bases para aquisições em processos licitatórios de uma farda contendo as mais modernas tecnologias têxteis desenvolvidas exclusivamente para uso de bombeiros.

Esse foi o motivo que despertou o interesse pela pesquisa monográfica em questão, movido pela preocupação em zelar pelo nome do Corpo de Bombeiros do Estado do Paraná, cuja função é trabalhar pelo bem-estar da sociedade, bem como pelos profissionais que executam esse serviço.

Depois de apresentar sucintamente a história da Instituição, os fundamentos importantes relacionados aos tecidos ora utilizados e a apresentação de novas tecnologias existentes e ainda algumas tecnologias que ainda poderão ser apresentadas para o fardamento operacional do nosso dia-a-dia tanto para o bombeiro que cumpre expediente que poderá ser abordado por alguém que necessite de ajuda durante o deslocamento do bombeiro de sua residência para o quartel e vice-versa, quanto para o bombeiro que está concorrendo à escala de serviço operacional nas viaturas de combate a incêndios e ambulâncias. Um fardamento cuja proposta seria a segurança normatizada pela Norma Regulamentadora NR – 6, e a unificação de um uniforme único diminuindo a variedade de uniformes que temos, como por exemplo: uniforme para expediente, uniforme operacional, coletes de socorristas, coletes da Defesa Civil, entre outros.

Esse fato, inquietante, não apenas para a administração da Corporação, que tem que onerar o Conselho Econômico e Financeiro da PMPR para atender as necessidades impostas de fardamento, mas de igual maneira para os próprios bombeiros que vêem mudanças de fardamento muitas vezes sem propósito apenas para atender anseios pessoais e ainda para a comunidade que tem a dificuldade de reconhecer o profissional neste emaranhado de fardamentos que insistimos em fazer uso.

Essa situação nos deixa sem qualquer parâmetro com relação aos bombeiros porque além do exposto acima citamos também a qualidade das fardas que deixam muito a desejar para uma unidade militar que exige padronização e qualidade.

Como se enfatizou durante este estudo, os testes realizados de diferentes formas demonstram ainda mais que a qualidade das fardas hoje utilizadas não atende à missão da nossa Corporação. Salieta-se que não podemos descartar que o nosso Corpo de Bombeiros atua de forma diferenciada em relação aos bombeiros de outras Nações efetuamos trabalhos distintos e especializados, que necessitam de fardamentos específicos para cada situação.

Desta forma, procuramos neste estudo ajustar todas estas condicionantes para que realmente possamos ter um fardamento com tecnologia de ponta, que proporcione segurança para o bombeiro e que seja economicamente viável às condições orçamentárias de nossa corporação.

Descarta-se a hipótese de ter um fardamento que substituísse os conjuntos de EPI para combate a Incêndio, conforme trabalho de pesquisa este questionamento não corrobora com as Normas da NFPA em que os conjuntos completos de proteção para incêndios têm que estar prontos para uso, mesmo que o bombeiro esteja apenas equipado com fardamento de guarda vidas, por exemplo, não admitindo qualquer redução nas camadas de proteção do referido conjunto de proteção. Desta forma, chega-se a conclusão que não há necessidade de efetuar gastos consideráveis para ter um fardamento em Nomex®, sendo que em ocorrências mais sérias em que haja perigo de incêndio ou risco de acidente por arcos voltaicos é obrigatório o uso de EPI (incluindo capacete e luvas) conjunto completo (jaqueta, calça e bota) assim a proteção do bombeiro no atendimento a ocorrência será mais eficiente do que a utilização de

um fardamento confeccionado em Nomex®.

Por outro lado, quando falamos em socorristas há necessidade de uma farda que possua faixas indicativas refletivas para segurança, pois no atendimento a ocorrências em locais de baixa visibilidade a faixa refletiva indica a distancia à ação do socorrista, desta forma, originando mais segurança ao nosso bombeiro, assim também estaremos atendendo à norma do RUPM, pois hoje os socorristas usam coletes que é uma peça que não está mencionada no RUPM e que apenas foi inserida no fardamento para atender exigências dos médicos do SIATE para que distinguissem os socorristas durante as ocorrências, ferindo também a igualdade entre integrantes da mesma corporação, pois enfim somos todos bombeiros, guarda vidas, socorristas, vistoriadores, todos bombeiros, não pode haver distinção; da mesma forma acontece com os coletes da Defesa Civil, para isso temos regulamentados os brevês que indicam a especialização do profissional Bombeiro Militar.

Conclui-se que o fardamento que é mais viável para nossa Corporação após examinar detalhadamente os testes comparativos e ainda verificando a equiparação de valores relativos a ônus para processos licitatórios para futuras aquisições, abordando a necessidade de um custo benefício que seja realmente eficaz. Demonstrando a realidade de nossa Corporação, afirmamos que hoje podemos ter um uniforme com tecnologia de ponta já utilizada por alguns Corpos de Bombeiros de nossa Nação, atendendo as nossas necessidades.

Este uniforme é a farda confeccionada em fibras à base de "Rip-stop" tem um material mais durável, não desbota, mesmo com inúmeras lavagens, não perde suas características, deixando com isto um legado para a corporação de diminuição de custos, pois a reposição de tal fardamento poderá ser feita com um tempo maior devido à durabilidade do tecido e ainda mantém o padrão militar exigido por nossa Instituição quase centenária.

Com base nos dados analisados e de acordo com o desenvolvimento deste trabalho, deseja-se que este possa contribuir com a Corporação, pois ela tem se preocupado cada vez mais com a qualidade na prestação de serviços, bem como com o bem-estar de seus profissionais.

Espera-se que este trabalho, de uma forma geral, contribua para que a Corporação, com a reflexão dos dados apresentados, possa analisar e

constatar a necessidade de uma avaliação global de seus fardamentos, incluindo tecnologia de ponta na aquisição dos uniformes, para que haja durabilidade e padronização para que possamos ter como objetivo final atingir todos os integrantes do Corpo de Bombeiros do Estado do Paraná com uniforme digno da nossa profissão Bombeiro Militar.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Mário de E. M. de Melo e Castro; "Manual de Engenharia Têxtil"; Vol. 1.
- ARAÚJO, Mário de E. M. de Melo e Castro; "Manual de Engenharia Têxtil"; Vol. 2.
- BUDAL, Otavio Filho. Monografia: Sistema de fardamento na Polícia Militar do Paraná: estudo analítico, histórico e crítico / Otavio Budal Filho. – Curitiba, PR: [s.n], 2008.
- BRASIL. Agencia Nacional de Energia - EN 1149-1 Vestuários de Proteção - Características eletrostáticas – parte 1 – Resistividade de Superfície
- BRASIL. Decreto Estadual nº 3568 (Regulamento de Uniformes da Polícia Militar do Paraná). 2001. Dispõe sobre os fardamentos e uso na Corporação.
- BRASIL. Norma Brasileira de Regulamentação - NBR 8431 - Materiais têxteis - Determinação da solidez da cor ao suor.
- BRASIL. Norma Brasileira de Regulamentação - NBR 8432 - Materiais têxteis - Determinação da solidez de cor à fricção.
- BRASIL. Norma Brasileira de Regulamentação - NBR 10188 - Materiais têxteis - Determinação da solidez de cor à ação do ferro de passar a quente.
- BRASIL. Norma Brasileira de Regulamentação - NBR 10320 - Materiais têxteis - Determinação das alterações dimensionais de tecidos planos e malhas - Lavagem em máquina doméstica automática.
- BRASIL. Norma Brasileira de Regulamentação - NBR 10597 - Materiais têxteis - Ensaio de solidez de cor à lavagem - Método acelerado.
- BRASIL. Norma Brasileira de Regulamentação - NBR 12997 - Materiais têxteis - Determinação da solidez de cor à luz - Iluminação com arco de xenônio.
- BRASIL. Norma Brasileira de Regulamentação - NBR 15292 - Artigos confeccionados – Vestuário de segurança de alta visibilidade.
- BRASIL. Norma Regulamentadora - NR 6 – Equipamento de Proteção Individual.
- BRASIL. Norma Regulamentadora - NR 10 - Segurança em instalações e serviços em eletricidade.
- BRASIL. Norma Regulamentadora - NR 15 - Anexo nº 3 – Limites de tolerância para exposição ao calor.
- BRASIL. Norma Regulamentadora - NR 17 – Ergonomia.

BRASIL. Revista Proteção; artigos publicados pelo Engenheiro Anastácio Campos Júnior, Rio de Janeiro, RJ 1997.

BRASIL. Revista Têxtil; Flamabilidade dos tecidos, publicada pelo técnico têxtil Gerson Leme da Hoechst do Brasil, São Paulo, SP 1997.

ESPAÑA. Revista Têxtil; publicada pelo Engenheiro da Escola de Engenharia Técnica Industrial de Terrassa, - Terrassa, Espanha, 1997.

BRASIL, <http://video.msn.com/video.aspx?mkt=pt-BR&vid=9a4d1a07-6644-40c3-8970-c8f447cdee6c> – Roupas de Proteção com seis camadas – dia 10 ago. 09.

Portaria 3.214 do Ministério do Trabalho de 8 de junho de 1978, que aprova as Normas Regulamentadoras – NR. Brasília: 1978

TEIXEIRA, Ricardo Jammes. Monografia: Análise do Condicionamento Físico dos Guarda-Vidas do 3º Grupamento de Bombeiros / Ricardo Jammes Teixeira – Curitiba, PR: 2006

USA. CIE6 54 – Retroreflection definition and measurement. – EXPECIFICAÇÃO TECNICA, NFPA 2112, Massachusetts, 2007

USA. American Society for Testing and Materials - ASTM E 809 – Standard practice for measuring photometric characteristics of retroreflectors, Philadelphia, 2008

USA. American Society for Testing and Materials - ASTM E 810 – Standard test method for coefficient of retroreflection of retroreflective sheeting utilizing the coplanar geometry, Philadelphia, 2001

USA. American Society for Testing and Materials - ASTM D 3886 - Inflated Diaphragm Abrasion Tester. Philadelphia, 1999

USA. American Society for Testing and Materials - ASTM D 6413 – Flame resistance of textiles (vertical test). Philadelphia, 2008

USA, National Fire Protection Association - NFPA nº 70 E (Exposição a Arcos Voltaicos). Massachusetts, 2004

USA, National Fire Protection Association - NFPA nº 1971 (Regula a utilização dos Equipamentos de Proteção Individual – EPI utilizados pelo Corpo de Bombeiros). Massachusetts, 2003

USA, National Fire Protection Association - NFPA nº 2112 – The flame resistant (exposição às Chamas), Massachusetts, 2001

BRASIL, www.pmpr.gov.br/ccb/bibliotecavirtual - Site Oficial do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Paraná, extraído em 01 de julho de 2009. Curitiba, PR