

## UTILIZAÇÃO DO TECIDO 88% ALGODÃO 12% POLIAMIDA RESISTENTE AS CHAMAS NA FARDA BOMBEIRO MILITAR

*Tiago Dias Coelho<sup>1</sup>*  
*Ana Lúcia Nunes da Silva Cunha<sup>2</sup>*  
*Claison Alencar Pereira<sup>3</sup>*

### RESUMO

Quis-se com o referido trabalho verificar se o tecido 88% algodão 12% poliamida resistente as chamas pode ser empregado na construção do fardamento operacional diário bombeiro militar. Para tanto verificou-se a importância ou não de um tecido ignifugo para este fim. O resultado pode ser a transformação ou não da farda em um equipamento de proteção individual. Para tanto, realizou-se uma comparação com o tecido atual da farda do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás, o 67% poliéster 33% algodão rip stop, tendo em vista que foi um tecido muito bem aceito devido as suas propriedades de resistência. A realização deste comparativo se fez com base no método dedutivo com pesquisas quantitativa, qualitativas e análise experimental, sendo este último norteado por normas internacionais, ao qual o tecido 88/12 FR obteve bons resultados de conforto e resistência as chamas e ficou evidente o perigo latente do tecido do fardamento de uso diário.

**Palavras-chave:** tecido, antichama. Ignifugo. Farda. Vestimenta. bombeiro militar. equipamento de proteção individual

### ABSTRACT

The aim of this work was to verify if the flame resistant 88% cotton 12% polyamide fabric can be used in the construction of the military firefighter's daily operational uniform. Therefore, the importance or not of a flame resistant fabric for this purpose was verified. The result may or may not be the transformation of the uniform into personal protective equipment. For that, a comparison was made with the current fabric of the uniform of the Military Fire Brigade of the State of Goiás, the 67% polyester 33% cotton rip stop, considering that it was a very well accepted fabric due to its properties. This comparison was based on the deductive method with quantitative and qualitative research and experimental analysis, the latter being guided by international standards, to which the 88/12 FR fabric obtained good results in terms of comfort and fire resistance and highlighted the latent danger daily wear uniform fabric

**Keywords:** fabric, flame retardant. Fireproof. Uniform. clothing. military firefighter. individual protection equipment.

---

<sup>1</sup> Aluno do Curso de Pós-Graduação em Altos Estudos em Segurança Pública 2021 – CAESP, pela Universidade Estadual de Goiás, Pós-Graduado em Socorros de Urgência e Graduado no Curso de Formação de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, Tenente-Coronel do Corpo de Bombeiros Militar de Goiás.

<sup>2</sup> Pós-Graduação em Tecnologias Educacionais pela Universidade Federal de Uberlândia/Estácio de Sá de Uberlândia, Pós-Graduação em Psicopedagogia Educacional e Clínica pela Universidade Estadual de Goiás Pós-Graduação em Docência do Ensino Superior pela Faculdade Apogeu do Distrito Federal e Graduada em Pedagogia pela Unicaldas-faculdade de Caldas Novas.

<sup>3</sup> Pós-Graduação em Altos Estudos em Segurança Pública 2021 – CAESP, pela Universidade Estadual de Goiás, Graduado no Curso de Formação de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, Coronel do Corpo de Bombeiros Militar de Goiás.

## 1. INTRODUÇÃO

O tecido 88/12 FR (fire resistance)<sup>4</sup> é produzido por três grandes indústrias nacionais e pode ser encontrado facilmente no mercado nacional para a construção do fardamento bombeiro militar, todavia será se possui propriedades superiores ou equivalentes ao tecido 67% poliéster e 33% algodão rip stop (67/33 rip stop)<sup>5</sup>? Com a existência de EPI<sup>6</sup> adequados para os incêndios estruturais e florestais a resistência as chamas não seria uma propriedade desnecessária no tecido do fardamento bombeiro militar? Este tecido possui boa resistência mecânica, é confortável e a sua proteção antichamas irá atender a atividade bombeiro militar?

Para implantar um novo conceito no fardamento e tecnologia surgem várias dúvidas e incertezas. É preciso questionar, levantar, estudar e testar estas possíveis soluções e é este o objetivo do presente trabalho. Foi escolhido um tecido ignifugo para ser estudado e não tem o fulcro de provar se é o melhor, talvez nem seria viável, porém o assunto é julgado de relevância e irar ser discorrido adiante.

Para desenvolver o trabalho e as metodologias almejadas, foi realizada uma parceria com as empresas Santista Têxtil, Santanense Têxtil, Cedro Têxtil, Amafils, empresa construtora de uniformes EPI do Estado de São Paulo, possibilitando a construção de 03 protótipos de farda 4º A do CBMGO no tecido 88/12 FR para que sirvam de base de análise e realização de experimentos deste estudo. Estas parcerias foram essenciais tendo em vista o alto custo com materiais e experimentos em laboratórios.

A metodologia utilizada para o presente estudo se fez com base no método dedutivo, porém para cada objetivo específico organizou-se o método de modo a estar em conformidade com o proposto para a fundamentação do objeto de estudo.

A escolha do tema se fez, no intuito de buscar uma maior proteção individual ao bombeiro militar que fica muito exposto as chamas e como em Goiás e na maioria dos outros estados, 100% da tropa utiliza o fardamento de prontidão (farda 4º A) para combate aos incêndios florestais. Cito o fatídico 21 de agosto de 2020 aonde um brigadista do ICMBIO teve 80% do corpo queimado no combate ao incêndio florestal no Parque Nacional das EMAS e acabou falecendo (CBMGO, 2020).

---

<sup>4</sup> Fire Resistance – Resistência as chamas, tradução nossa. Termo aceito e utilizado pelo mercado com a abreviação FR referindo-se a toda linha de tecidos antichamas de fibras inerentes ou não.

<sup>5</sup> Rip stop – Nome dado ao tipo de armação de tecido que evita a expansão de rasgo.

<sup>6</sup> Equipamento de proteção individual

A relevância do tema é pertinente aos Corpos de Bombeiros Militares, brigadistas, bombeiros civis e dentre outras profissões. No Brasil existem 65 mil bombeiros militares (Conselho Nacional de Comandantes Gerais dos Corpos de Bombeiros Militares, 2021).

## 2. ANÁLISE DO TECIDO 88/12 FR

Para analisar se o tecido proposto soluciona a problemática e que não trará outros prejuízos foi comparado com o tecido atual do fardamento do CBMGO, o 67/33 rip stop. Antes das comparações das propriedades deve ser trabalhado alguns conceitos gerais sobre tecidos ignífugos.

### 2.1 FIBRAS, TRAMAS E GRAMATURA

Para Romero et al. (1995) as fibras dos tecidos são naturais ou químicas. As fibras naturais mais comuns são a lã, algodão, seda e o linho. As químicas são divididas em sintéticas como o poliéster (PES) e a poliamida (PA) ou náilon e as artificiais como a viscose. As fibras sintéticas são produzidas a partir de resinas derivadas do petróleo.

Para melhor compreensão dos tecidos que serão comparados, necessário é entender as características da fibra poliéster e poliamida.

Poliéster- Fibra sintética de maior consumo no setor têxtil, representa pouco mais de 50% da demanda total de fibras químicas, podendo ser utilizada pura ou em mistura com algodão, viscose, náilon, linho ou lã, em proporções variadas. É a mais barata das fibras têxteis, sejam químicas ou naturais, apresenta **elevada resistência à humidade e aos agentes químicos (ácidos e álcalis), é não-alergênica e possui grande resistência à tração**. A adição de 10% dessa fibra ao algodão resulta em um aumento de 8% na resistência do fio, permitindo significativo acréscimo na velocidade do processo têxtil, o que se traduz em maior produtividade. [...]

Náilon (ou Poliamida) - Primeira fibra sintética a ser produzida industrialmente, o náilon, entre outras qualidades, apresenta uma **elevada resistência mecânica (cerca de 3,5 vezes superior ao algodão)**, o que a torna adequada à fabricação de dispositivos de segurança (cintos de segurança etc.). Outras características são a sua baixa absorção de umidade, a possibilidade de texturização e a boa aceitação de acabamentos têxteis... (Romero et al., 1995, grifo nosso)

Destacar acima que as duas fibras são sintéticas e de excelente resistência mecânica, uma propriedade importante para a farda bombeiro militar. Uma propriedade superior da poliamida é a elasticidade, deixando o tecido mais confortável. A presença de apenas 12% no tecido 88/12 FR deixa uma suave elasticidade, conforme observado nos tecidos cedidos pela Santista Têxtil para desenvolvimento deste trabalho.

Outro ponto a se considerar, com base nas informações de Romero et al., é que o tecido 100% algodão FR já fica em desvantagem comparado ao 88/12 FR por ter somente fibras de algodão que são menos resistentes que a poliamida.

As fibras são a base para a construção do tecido. Este é formado por máquinas de tecer a partir do entrelaçamento de um conjunto de fios paralelos, no sentido longitudinal do tecido, chamado URDUME, com outros fios situados transversalmente ao tecido, que se chama TRAMA. (Cuccato, 2015).

Os tipos de ligamentos, desenhos ou armações destes fios do urdume e trama são enormes, mas aqui neste trabalho trata da sarja (liso) e do rip stop, sendo que este último consiste no reforço da armação para evitar a expansão de rasgos. Tecnologia muito bem aceita e proposta para profissões sujeita a atividades pesadas como a dos militares.

A gramatura é o valor da massa, em gramas, contida em um metro quadrado de tecido, expressa pela unidade  $g/m^2$  (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2008).

## 2.2 PRINCIPAIS TECIDOS IGNIFUGOS

Existem tecidos na indústria nacional com tratamento antichamas e amplamente utilizados nas atividades de eletricitistas, brigadistas do Prevfogo<sup>7</sup>, indústria de petróleo e demais profissões. Dentre os tipos de tecidos antichamas disponíveis no mercado, as indústrias têxteis do Brasil como a Santanense, Santista e Cedro possuem em comum o 100% algodão FR e o 88 % algodão 12 % poliamida FR. O 88/12 FR foi construído para ser superior ao produto 100% algodão, pois dependendo da indústria o tecido fica mais leve, mais confortável, devido a elasticidade da poliamida e com uma possível resistência superior devido as propriedades superiores da poliamida CEDRO (2020) e SANTISTA (2021).

Conforme informações no sítio das empresas Santanense Têxtil e Cedro Têxtil, além dos dois tecidos supracitados, possuem outras soluções de tecidos ignifugos, porém o seu custo já é mais elevado. Este trabalho não visa comparar toda a gama de tecidos antichamas, mas sim de levantar a necessidade da adoção ou não desta propriedade ignifuga para o fardamento de uso diário escolhendo um tecido comum de produção entre as indústrias como já discorrido.

---

<sup>7</sup> Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais - órgão operacional de resposta aos incêndios florestais do Ministério do Meio Ambiente.

Tabela 1 – Principais tipos de tecido com resistência as chamas na indústria nacional

Nome dado neste artigo	Armação	Composição	Gramatura (g/m <sup>2</sup> )	Industria Nacional produtora
100% FR	Sarja 3X1	100% algodão	240 a 430	Santista Santanense Cedro
88/12 FR	Sarja 3X1	88% algodão 12% poliamida	240 a 370	Santista Santanense e Cedro
48/37/15 FR	Sarja 2 X 1	48% modacrílica 37 % algodão e 15% aramida	225	Santanense e Cedro
Nomex	Sarja 2x1	93% meta-aramida 5% para-aramida 2% carbono	170 a 223	Dupont através da Santanense

Fonte: Ficha técnica/produto e sítio das indústrias Santista, Santanense e Cedro.

Os tecidos antichamas no Brasil seguem a regulamentação da *National Fire Protection Association* (NFPA) de resistências as chamas através da sua norma NFPA 2112. A associação é extremamente respeitada e suas regulamentações são referenciadas pelo Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás em suas Normas Técnicas de prevenção e combate à incêndios (CBMGO, 2021).

Os tecidos 88/12 FR e 100% FR possuem um tratamento antichama através de um processo de fabricação para que ele ganhe resistências as chamas. A NFPA 2112, exige a realização de testes antes e após 100 lavagens industriais dos tecidos ignifugos, definindo parâmetros aceitáveis. Isto não significa que após estas lavagens o tecido perca a sua proteção em virtude do tratamento, e sim uma garantia mínima de uso. Todos os fabricantes garantem uma proteção superior a estas lavagens chegando a ter testes de rendimento superior a 180 lavagens. A Cedro Têxtil garante que o seu produto não perde a resistência as chamas, pelo contrário, informaram que quanto maior o número de lavagens os polímeros do tratamento adentram nas fibras. Este trabalho não testou a referida propriedade da empresa supramencionada.

O tecido Nomex, da empresa Dupont e representado pela indústria Santanense, é um excelente tecido ignífugo, possuindo fibras sintéticas com resistência natural as chamas (fibras inerentes), ou seja, não possui tratamento antichamas com proteção perene. A desvantagem é o seu custo muito elevado. É utilizado em vários EPI de combate a incêndios estruturais e florestais. A viabilidade econômica na mudança do tecido do fardamento é um

fator a ser considerado, mas não é o principal quando se fala de proteção a vidas. Porém, os recursos são limitados em todas as instituições, porém há uma periodicidade relativamente curta para pagamento do fardamento de uso diário ao bombeiro militar. Todavia existem diferenças de resistência mecânica (tração) entre os tecidos, mas todos sofrem desgaste natural. Desta feita não justificaria escolher um tecido somente analisando uma propriedade que é a resistência perene.

O tecido 48/37/15 FR, comercializado pelo Santanense como UNIPAR e pela Cedro por QUARTZO foi utilizado em um projeto inovador no uniforme/EPI do Corpo de Bombeiros Militar do Paraná no ano de 2021. Segundo informações daquela corporação, o custo estimado foi de R\$ 1.300,00 a unidade, incluso itens que o deixam mais caro, como a inserção de faixas refletivas antichamas. Assim como o Nomex, é um tecido com fibras inerentes. Apresenta uma boa opção para construção de uniformes e EPI, porém o trabalho irá testar o 88/12 FR.

### 2.3 PROPRIEDADE DE RESISTÊNCIA AS CHAMAS NA FARDA

Os bombeiros militares estão expostos a diversos riscos para a sua saúde, seja os riscos biológicos, produtos químicos e perigosos, síndromes de descompressão, cortes, fumaça, chamas, fogo repentino e dentre outros. Para cada tipo de risco existe um equipamento de proteção individual (EPI) e/ou coletivo correto com normas que regulamentam os mesmos.

Segundo o Ministério do Trabalho (2018), em sua Norma Regulamentadora n. 06, considera EPI como:

[...] todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho. [...] 6.2 O equipamento de proteção individual, de fabricação nacional ou importado, só poderá ser posto à venda ou utilizado com a indicação do Certificado de Aprovação - CA, expedido pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho do Ministério do Trabalho e Emprego.

Cada risco de trabalho está relacionado a uma determinada atividade exercida pelo bombeiro militar. É notório saber que já está amplamente difundido o conhecimento de EPI para as atividades bombeiro militar, dentro das ressalvas e limitações de cada instituição no país pode-se encontrar EPI pagos individualmente ou por guarnição.

Destarte o fardamento poderia oferecer, além da resistência mecânica e conforto atual, uma resistência as chamas. Ele não é um EPI propriamente dito, porém oferece uma proteção relativa por cobrir todo o corpo, exceto cabeça, pés e mãos e pode se tornar um EPI.

O fardamento pode se tornar um equipamento de proteção individual, caso a empresa construtora do uniforme ignífugo retire o certificado de aprovação (CA) por órgão competente. (Ministério do Trabalho, 2018). O laboratório no país que testa as roupas EPI e emite o CA é o SENAI CETIQT<sup>8</sup> (Metrologia, 2017).

O fardamento operacional, uniforme 4ºA do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás (CBMGO), é atualmente utilizado na maioria das ocorrências, com acréscimo dos EPI adequados para cada risco e dentre estes destaca-se a exposição as chamas ou fogo repentino. Em grandes emergências ou desastres, mesmo o bombeiro militar em suas horas de folga ou no desenvolvimento de atividades administrativas, todos os anos no Estado de Goiás ele é convocado em escalas extraordinárias para os incêndios florestais no período de estiagem. Destarte, mister é reanalisar o uso do fardamento, não somente como uma vestimenta padrão, mas sim como um item de proteção, tendo em vista que principalmente em ocorrências de incêndios urbanos ou florestais estes podem extrapolar a capacidade de resposta de uma unidade operacional quanto aos seus recursos e equipamentos de proteção individual.

As chamas e fogo repentino são riscos comuns nas atividades operacionais de incêndio estrutural, de veículos e principalmente nos incêndios florestais e segundo o CBMGO (2021) em Goiás são registrados em média 10.000 ocorrências ano. O Conselho Nacional de Comandantes Gerais dos Corpos de Bombeiros Militares<sup>9</sup> (2021) divulgou que no Brasil foram registrados em 2020, 194.817 ocorrências de incêndios florestais.

O tecido 67/33 rip stop começou a ser utilizado no fardamento pelos Corpos de Bombeiros Militares nos anos de 2000, em Goiás foi no ano de 2008, um ano antes da publicação do seu Regulamento de Uniformes (CBMGO, 2009). A mudança foi bem aceita pela tropa e os problemas de bombeiros com fardas rasgadas e amarrotadas foram resolvidos e desde então o tecido 67/33 rip stop perdura na construção do fardamento do CBMGO e de boa parte das corporações militares do país.

Conforme a especificação técnica dos tecidos, disponibilizados pela Cedro Textil (2020) e Santista Têxtil (2021), a farda atual dos Corpos de Bombeiros Militares atende bem as propriedades de resistência mecânica (tração) e conforto por ser mais leve, quando comparadas com a anterior que era de tecido 100% algodão. Porém, conforme discorrido, os

---

<sup>8</sup> Serviço Nacional de Aprendizagem da Indústria Nacional - Centro Tecnológico da Indústria Química e Têxtil

<sup>9</sup> Este conselho é conhecido como LIGABOM.

militares estão muito expostos as chamas ou fogo repentino em incêndios estruturais ou florestais.

O calor liberado pela combustão do tecido é fator a ser considerado, pois segundo Araújo (1986) o poliéster libera 5670 calorias por grama contra 3910 calorias por grama do algodão na combustão. Sendo assim, a adoção da farda com um tecido composto por uma fibra sintética como o poliéster, trouxe também um aumento do potencial calorífico<sup>10</sup>.

A quantidade de liberação de calor na combustão do tecido da farda é proporcional a gravidade da lesão de queimaduras. Um aspecto que Salomone e Pons (2016) destacam é que queimaduras não se restringem à pele, podem ser lesões multissistêmicas e graves afetando as vias aéreas. Isto nos leva a refletir mais sobre a necessidade de proteção do bombeiro militar de lesões tão sérias frente aos incêndios.

Destarte, foi realizado uma pesquisa quantitativa com 197 bombeiros militares do Estado de Goiás. Segundo o CBMGO (2021) o efetivo total da corporação é 2580, portanto a amostragem da pesquisa corresponde a 7,6% do total. As informações levantadas foram: 1 – Queimaduras sofridas pelo profissional em serviço; 2 – Avaria na farda em virtude do contato direto com as chamas e 3 – Atividade profissional que o militar sofrera queimadura ou dano na farda em virtude do contato com as chamas.

Para contribuir com o assunto será apresentado também o resultado de uma outra pesquisa quantitativa relativo ao tipo de tecido usado em cada Corpo de Bombeiros Militar do país.

#### 2.4 RESISTÊNCIA AS CHAMAS DO TECIDO 88/12 FR

Foi realizado dois métodos experimentais para avaliar a resistência e comportamento durante a exposição as chamas ou fogo repentino do tecido 88/12 FR, 67/33 rip stop, e outros tecidos do mercado para enriquecer os resultados pela comparação.

Todos os ensaios citados pela NFPA 2112 são regulados pela Organização Internacional ASTM (American Society for Testing and Materials). O teste ASTM D 6413 – Método Padrão de Teste de Tecidos Resistente as Chamas (Teste Vertical)<sup>11</sup> (NFPA 2112, 2018). Este teste irá comparar os resultados de queima do tecido atual do fardamento 67/33 rip stop com os dois tecidos mais comuns do mercado o 100% algodão FR e o 88/12 FR.

---

<sup>10</sup> Capacidade de energia a ser liberada na combustão.

<sup>11</sup> Standard Test Method for Evaluation of Flame Resistant Clothing for Protection Against Fire Simulations Using a Instrumented Manikin (NFPA, 2018, p. 18, tradução nossa)

O teste ASTM F 1930 Método de Teste Padrão para Avaliação de Roupas Resistentes as Chamas para Proteção Contra Fogo Usando um Manequim Instrumental (Teste do Manequim)<sup>12</sup> não será possível realizar integralmente pelo fato de não ter conseguido o apoio de laboratórios que realizam o mesmo. Fora feito contato com dois laboratórios no Brasil que fazem este teste, mas não foi obtido retorno dos mesmos.

Como principais informações do Teste do Manequim, segundo a NFPA 2112 (2018) em seu item 8.5 destaco o seguinte:

- Testa três protótipos da vestimenta
- Possui pelo menos 08 queimadores em distância padrão
- Exposição média de 3 segundos ao fluxo de calor de 84 kW/m<sup>2</sup>
- Manequim estar vestido com camiseta e cueca branca 100% algodão
- A roupa antichama irá passar no teste se possuir resultados inferiores entre 16 e 24% de previsões de queimaduras (tecido com gramatura de 200 g/m<sup>2</sup>).

Os laboratórios pesquisados, o do SENAI-CETIQT que fica no estado do Rio de Janeiro e o da Dupont, estado de São Paulo, possui toda uma estrutura tecnológica, com queimadores precisos e o principal; um manequim com mais de 100 sensores térmicos que dimensionam as previsões de queimaduras lidas e calculadas por um software em um computador.

Este teste ASTM F 1930 é para aprovar a construção da roupa e emissão do CA<sup>13</sup> para fins comerciais. O estudo está voltado especificamente para o teste do tecido, portanto foi realizado um método experimental similar, de acordo com os recursos disponíveis levantados e os do Comando de Operações e Tecnologia de Incêndios, na cidade de Anápolis-GO. Foi submetido ao teste ao todo 07 peças de fardamento, sendo: 03 (três) fardas construídas no tecido 88/12 FR, 02 (duas) fardas no tecido 67/33 rip stop, 01 (uma) fardas no tecido 100% algodão e 01 (uma) farda macacão no tecido nomex. As fardas no tecido 88/12 FR foram confeccionadas com aviamentos e parte de acessórios ignífugos pela empresa Amafils, localizada no Estado de São Paulo.

O método comparativo serviu para mostrar a diferença do nível de proteção e/ou exposição que os bombeiros militares estão sujeitos.

---

<sup>12</sup> “Standard Test Method for Flame Resistance of Textiles (Vertical Test)” (NFPA, 2018, p. 15, tradução nossa)

<sup>13</sup> Certificado de Aprovação exigido pelo Ministério do Trabalho conforme Norma Regulamentadora n. 06/2018.

## 2.5 RESISTÊNCIA MECÂNICA DO TECIDO 88/12 FR

Existem testes normatizados que testam a resistência mecânica e são realizados por diversos laboratórios, onde cada fabricante comprova o seu produto através de fichas técnicas. Pelo método da comparação, será avaliada a resistência mecânica do 88/12 FR com alguns dos principais tecidos do mercado, conforme ficha técnica emitida pelo próprio fabricante.

Tabela 2 – Comparação Técnica de Resistência a Tração e Rasgo

Ordem	Indústria	Tecido: composição/armação/ gramatura	Resistência Tração Urdume (kgf)	Resistência Tração Trama (kgf)	Resistência Rasgo Urdume (kgf)	Resistência Rasgo Trama (kgf)
<b>TECIDOS 88/12 FR</b>						
1.	A	88 % CO 12% PA / Sarja 3x1 / 260g/m <sup>2</sup>	59,0	39,0	3,0	3,0
2.	A	88 % CO 12% PA / Sarja 3x1 / 237g/m <sup>2</sup>	59,0	29,0	3,0	2,7
3.	B	88 % CO 12% PA / Sarja 3x1 / 260 g/m <sup>2</sup>	60,0	36,5	2,3	2,3
4.	B	88 % CO 12% PA / Sarja 3x1 / 230g/m <sup>2</sup>	60,0	33,0	2,2	2,2
5.	C	88 % CO 12% PA / Sarja 3x1 / 245g/m <sup>2</sup>	48,0*	22,0*	2,8	2,8
<b>TECIDOS 67/33 rip stop</b>						
6.	B	70% PES 30% CO / rip stop / 210 g/m <sup>2</sup>	102,0	54,0	5,6	6,2
7.	C	67% PES 33% CO / rip stop / 217 g/m <sup>2</sup>	82,0*	40,0*	3,2	4,6
<b>TECIDOS 100% algodão FR</b>						
8.	A	100% CO / Sarja 3x1 / 260g/m <sup>2</sup>	59,0	39,0	3,0	3,0
9.	A	100% CO / Sarja 3x1 / 237g/m <sup>2</sup>	59,0	29,0	3,0	2,7
10.	C	100% CO / Sarja 3x1 / 290g/m <sup>2</sup>	32,0*	32,0*	2,2	2,2
11.	B	100% CO / Rip Stop / 290g/m <sup>2</sup>	60,0	36,0	3,7	3,7
<b>FIBRAS INERENTES FR</b>						
12.	A	48 % MAC 37% CO 13% p-AR 2% CAR / Sarja 2X1 / 255g/m <sup>2</sup>	80,0	60,0	2,3	2,5
13.	A	48 % MAC 37% CO 15% p-AR / Sarja 2X1 / 225g/m <sup>2</sup>	60,0	40,0	2,5	2,5

\* Teste realizado conforme norma ASTM D 5034. As indústrias A e B usaram a norma NBR 11912 para comprovar a resistência à tração.

Comparando os tecidos 1 com o 8 e o 2 com o 9 verifica-se a mesma resistência a tração e rasgo; todos 04 tipos são da mesma indústria, mesma gramatura dentro da comparação de cada uma e foram submetidos aos mesmos testes pelo mesmo laboratório. Esperava-se com a adição de poliamida no tecido 88/12 FR resultados superiores ao 100% algodão.

Comparando o 4 com o 6 e o 5 com o 7, a linha 88/12 FR possui apenas 58% da resistência à tração dos tecidos 67/33 rip stop. Porém, não houve a possibilidade de deduzir uma relação de proporção de resistência a rasgo nesta mesma comparação.

Os tecidos com poliéster na armação rip stop são bem superiores a resistência a tração e rasgo quando comparados com todos os demais. Apesar desta diferença, os tecidos 88/12 FR possuem resultados equivalentes quando comparados aos demais tecidos.

Os tecidos 6, 7 e 11 são de armação rip stop possuindo as melhores resistências ao rasgo. Ainda sobre a tecnologia rip stop, comparando o tecido 11 (armação rip stop) com os 8, 9 e 10 (todos armação sarja) o tecido 11 têm uma resistência ao rasgo, tanto no sentido do urdume quanto na trama superior a 20% dos demais tecidos de mesma composição.

Sobre a resistência ao rasgo, comparando os tecidos 1 e 2 com os 12 e 13 (fibras inerentes), o 88/12 FR é mais resistente ao rasgo, igual na resistência a tração do urdume e inferior na tração pela trama.

## 2.6 CONFORTO DO TECIDO 88/12 FR

Para Alencar e Boueri (2012) o conforto e o bem-estar diário é uma busca natural na atualidade, portanto esta propriedade é uma das principais características avaliadas por um consumidor na decisão da compra de um vestuário. A farda de uso diário é diferente de uma roupa de aproximação de combate aos incêndios estruturais, sendo esta última extremamente resistente a altas temperaturas, possui várias camadas de proteção, atende vários parâmetros e normas e é usado pelos bombeiros militares somente durante as atividades de combate, pois é muito pesada e desconfortável. Esta analogia nada mais é que conforto versus segurança; e para o uso diário o fator segurança não pode ser único e soberano, precisa buscar o bem-estar, um equilíbrio entre estas propriedades.

Segundo Higgins e Anand (2003) o conforto é definido em três aspectos:

- 1) Físico: relacionado às sensações provocadas pelo contato do tecido com a pele e pelo ajuste da confecção ao corpo e aos seus movimentos.
- 2) Fisiológico: ligado à interferência do vestuário nos mecanismos de metabolismo do corpo, em especial o termorregulador.
- 3) Psicológico: função de fatores relacionados à estética, aparência, moda, meio social e cultural.

Para a averiguação do conforto, o estudo contou com a colaboração de uma empresa especializada em roupas EPI, a Amalfis, conforme citado anteriormente, para construção de

03 fardas no tecido 88/12 FR. Foram experimentadas entre novembro de 2021 e janeiro de 2022 por 11 bombeiros militares com resultados inseridos no item 3.5.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 PESQUISA QUANTITATIVA 1- PANORAMA NACIONAL DO FARDAMENTO DOS CORPOS DE BOMBEIROS MILITARES

Tabela 3 - Tecido atual do fardamento das corporações

TIPO DE TECIDO	QTD	%
67% poliéster 33% algodão armação rip stop	16	64
33% algodão 67% poliéster rip stop	4	16
50% poliamida 50% algodão armação rip stop	3	12
48% modacrílica 37% algodão 15% aramida (final de 2021)	1	04
36% Viscose FR; 56% Meta Aramida; 6% Para Aramida; 2% Fibra antiestática armação rip stop (a partir de 2022)	1	04
<b>TOTAL</b>	<b>25</b>	<b>100</b>

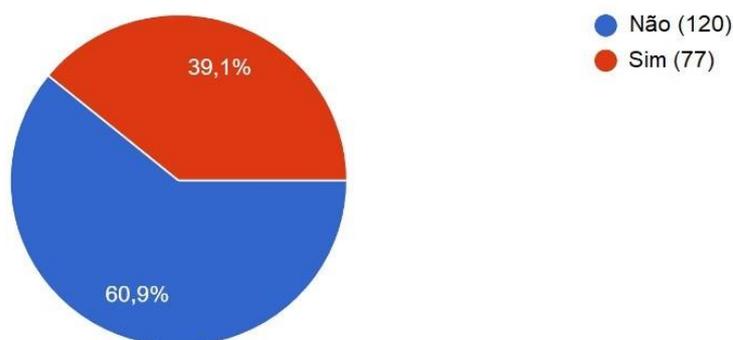
Fonte: Pesquisa realizada em dez. de 2021 e jan. de 2022.

Os bombeiros militares do país não possuem fardamento com tecido ignífugo, com exceção do Paraná e do Espírito Santo que estão em processo de aquisição. O tecido 67/33 rip stop está presente em mais de 60% das corporações militares e a fibra poliéster está presente em 80% destas, mostra assim a predominância e preferência atual das instituições.

#### 3.2 PESQUISA QUANTITATIVA 2 – INCIDENTES E LESÕES TÉRMICAS

Gráfico 1 – Lesões Térmicas

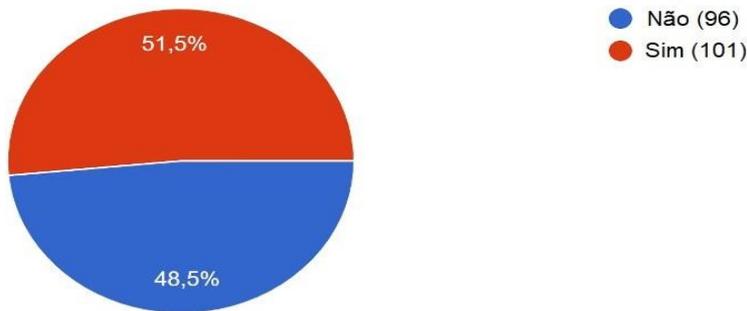
Pergunta 1: Você já sofreu alguma queimadura (1º, 2º ou 3º grau) durante o atendimento operacional? (197 respostas)



Fonte: Pesquisa de campo organizada pelo autor/2022

Gráfico 2 – Teve qualquer parte do fardamento 4ºA queimada?

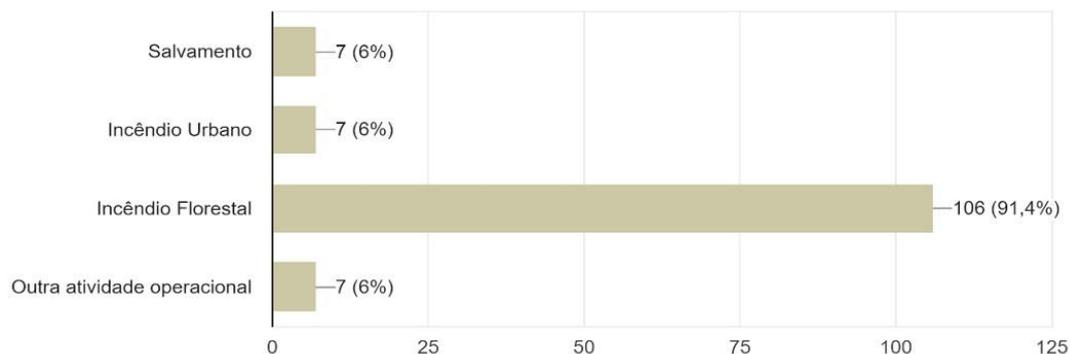
Pergunta 2: Durante o atendimento operacional você teve qualquer parte do fardamento queimado? (197 respostas)



Fonte: Pesquisa de campo organizada pelo autor/2022

Gráfico 3 – Tipo de atividade

Pergunta 3: Em qual atividade operacional aconteceu a queimadura ou dano à farda por contato as chamas? (127 respostas)



Fonte: Pesquisa de campo organizada pelo autor/2022

Os gráficos acima mostram números expressivos; praticamente a metade dos entrevistados já tiveram parte de seu fardamento danificado pelo contato direto as chamas e a cada 10 bombeiros militares, 04 tiveram queimaduras.

Estes dados mostram um dos dados mais importantes deste trabalho que é a necessidade de se considerar a resistência as chamas como propriedade do fardamento de uso diário do bombeiro militar. A atividade de incêndios florestais é a responsável por mais de 90 % dos incidentes com fogo repentino, resultado de grande relevância.

### 3.3 TESTE ASTM D 6413 – TESTE VERTICAL

Tabela 4 – Resultado do Teste Vertical da NFPA 2112 e ensaio ASTM D 6413

Teste Vertical ASTM D 6413	SEM LAVAGEM			APÓS 100 LAVAGENS		
	Comprimento queima urdume mm	Comprimento queima trama mm	Média total	Comprimento queima urdume mm	Comprimento queima trama mm	Média total
88/12 FR	82,0	97,0	89,5	79,0	84,0	81,5
100% FR	81,0	102,0	91,5	85,0	99,0	92,0
67/33 rip stop	300,0	300,0	300,0	-	-	-

Fonte: Pesquisa realizada em dez. de 2021 e jan. de 2022.

Os testes foram realizados no dia 09 de dezembro de 2021 no laboratório da indústria Santista Têxtil, cidade de Tatuí-SP. O ASTM D 6413 estabelece que o rasgo do tecido da parte queimada não pode ser superior a 100 mm e que após o contado de 12 segundos com a chama, não pode continuar queimando mais que 2 segundos e não pode pingar ou derreter.

#### Teste ASTM D 6413

Laboratório da Santista Têxtil – Tatuí – SP



Foto 1: Equipamentos de Teste



Foto 2: Queimador

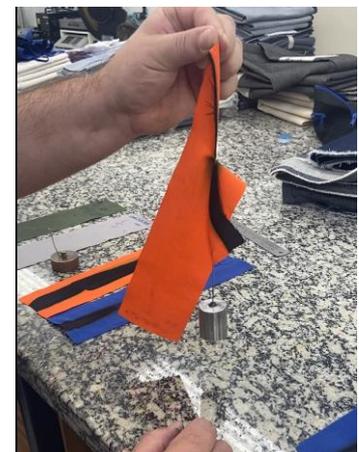


Foto 3: Régua

Foto 4: Aferição

Foto 5: Peso padrão teste



Foto 6: Resultado da queima dos tecidos



Foto 7: Poliéster derretido

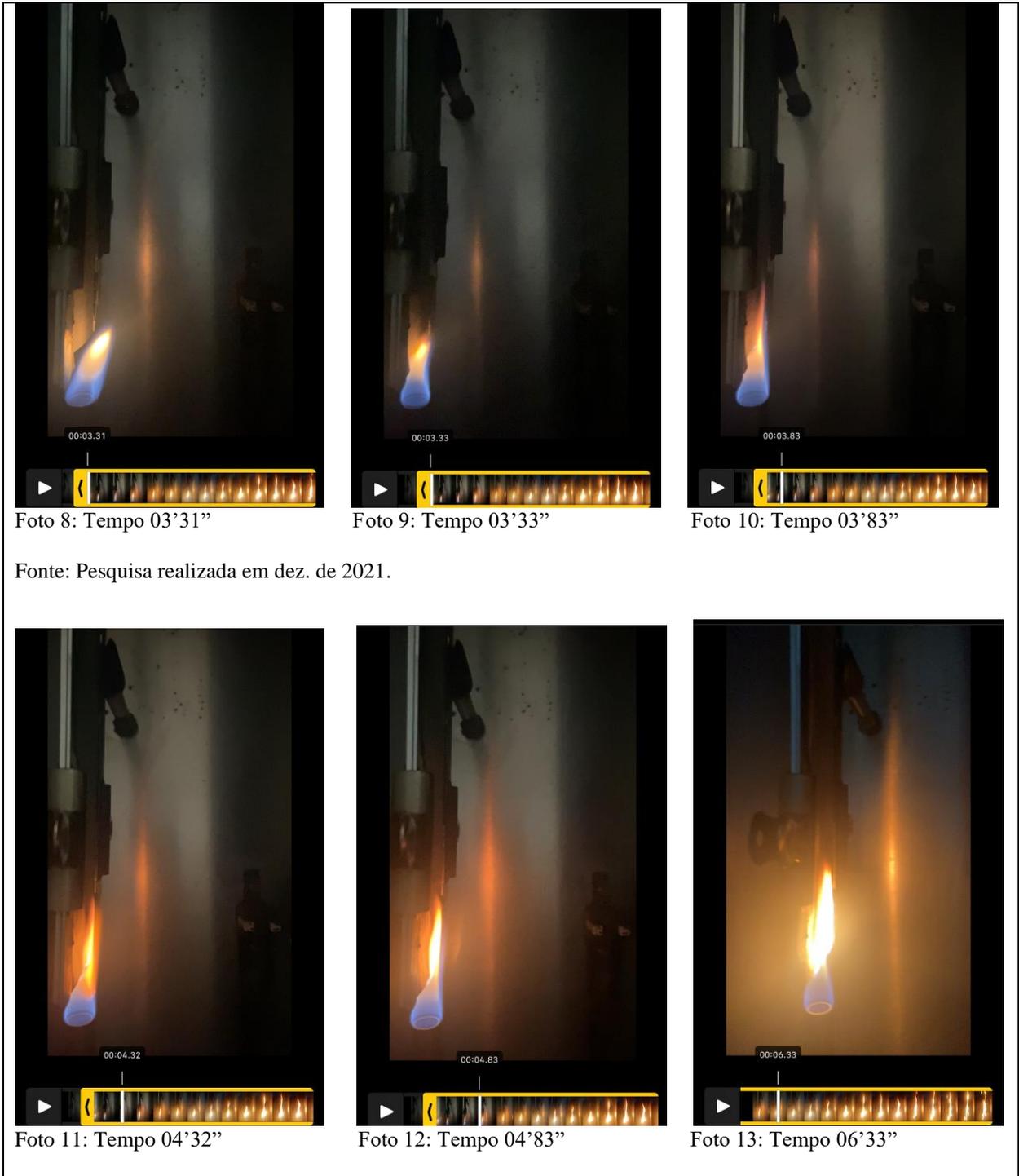
Fonte: Pesquisa realizada em dez. de 2021.

Verificou uma pequena variação no tecido 100% algodão FR após as 100 lavagens. Quanto ao 88/12 FR, houve uma melhora de até 14% após as 100 lavagens (trama), mostrando resultados melhores que o 100% algodão FR.

O laboratório da indústria informou que o resultado do tecido 88/12 FR é melhor após 100 lavagens por causa das fibras do tecido se acomodarem melhor, pois diminui o espaço entre elas e há um aumento proporcional da poliamida no tecido em virtude do desgaste natural do algodão. Estas informações não puderam ser comprovadas cientificamente.

Os resultados do 67/33 rip stop já eram esperados, pois não é um tecido ignífugo, porém pode se observar que o tecido derreteu e fundiu com o prendedor de metal, conforme foto 7. Foi pesquisado e não foi encontrada nenhuma fonte bibliográfica sobre a gravidade de queimaduras ocasionadas por material poliéster, porém uma hipótese provável é o agravamento nas lesões térmicas por causa do tempo de contato deste material derretido e fundido na pele.

Teste do tecido 67/33 rip stop



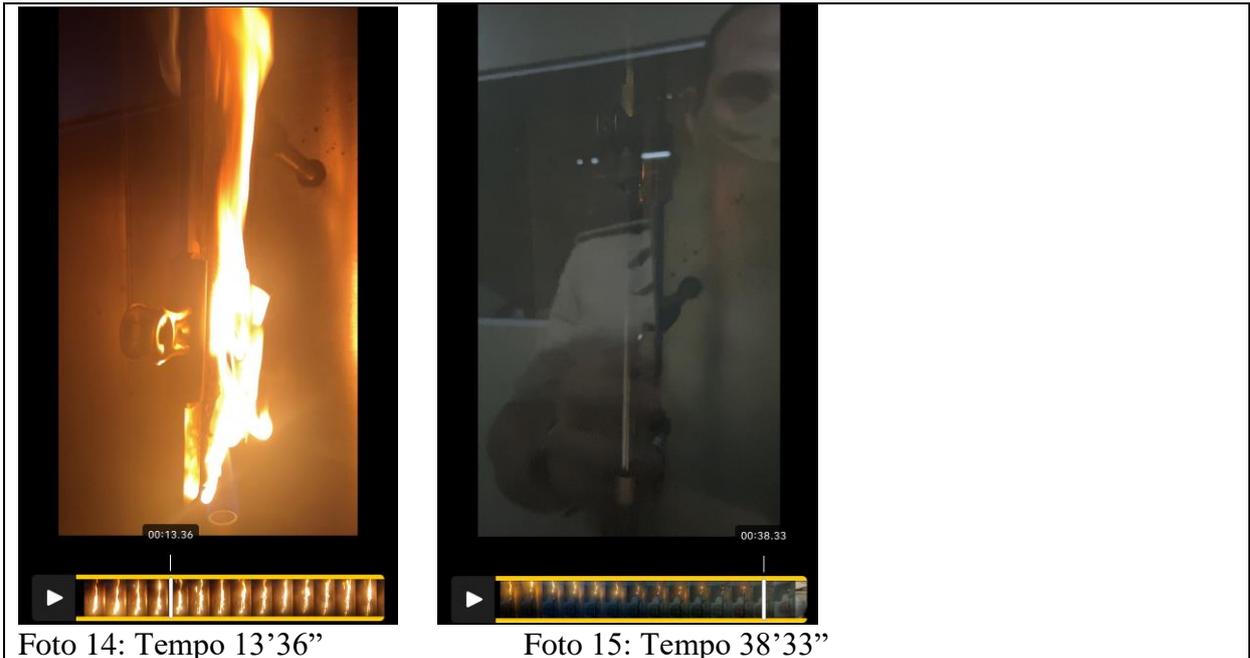


Foto 14: Tempo 13'36"

Foto 15: Tempo 38'33"

Fonte: Pesquisa realizada em dez. de 2021.

Em 0,5 segundo o tamanho da chama cresce (foto 10), e em 1 segundo em contato com as chamas (foto 11) é notado a alteração significativa da luz nas chamas; isto indica um provável início da combustão do tecido. Com 2 segundos (foto 13) a combustão do 67/33 rip stop fica acentuada e ele queima por completo em 33 segundos (foto 15).

A evolução de queima do tecido 67/33 rip stop mostra a sua vulnerabilidade e alto poder de combustão em contato com as chamas e/ou fogo repentino.

### 3.4 TESTE RESISTÊNCIAS AS CHAMAS DA FARDA

Foi baseado no teste ASTM F 1930 – Teste do Manequim que exige laboratório com tecnologia adequada. As principais condições para realizar o teste foram citados no item 2.4. Este estudo não tem como foco obter o certificado de aprovação da farda, uma vez que a instituição que for adquirir os EPI fardamentos deve exigir o C.A. do fabricante.

No teste empírico foi levantado o comportamento do tecido/farda frente ao fogo com oito queimadores alimentados por GLP, sendo 04 botijões P13, 01 botijão P5 e 03 botijões P2 em ambiente controlado e bombeiros com EPI completo contra incêndios estruturais. Existiram variáveis que interferiram nos resultados, como o vento, diferença significativa de chama por queimadores, atraso no sistema de fechamento do gás e processamento humano do início e parada do tempo. Desta feita, não tem como estimar percentual de queimadura na farda e/ou manequim, mas foram obtidos resultados satisfatórios conforme tabela 5.

Tabela 5 – Resultados do Teste de Resistência as Chamas da Farda

Ordem	Fardamento	Tempo exposição (segundos)	Chama apagada (segundos)	Queimadura Manequim
1	88/12 FR indústria C	5,10	1,5	no local da chama
2	67/33 rip stop	5,00	não apaga	total
3	88/12 FR indústria B	5,10	1,6	no local da chama
4	67/33 rip stop	6,10	não apaga	total
5	Nomex	6,80*	0,7**	apenas em membros inferiores
6	100% algodão	5,60	não apaga	total
7	88/12 FR indústria C	5,40	1,6	no local da chama

\* Houve uma ruptura da mangueira do queimador principal parte superior frontal com 1 (um) segundo de queima.

\*\*Exceto um ponto quente no gavião que perdurou por 3,2 segundos.

Fonte: Pesquisa realizada em dez. de 2021 e jan. de 2022.

As chamas não envolveram o fardamento completo e o tempo de exposição médio ficou na casa de 5 segundos, muito maior que o tempo previsto de 3 segundos pela NFPA 2112, porém todos os fardamentos foram sujeitos a testes equivalentes com pequenas variações e uma câmera térmica registrou temperaturas máximas de 800 graus de exposição.

O comportamento do tecido 67/33 rip stop exposto as chamas é devastador. Para Salomone e Pons (2016) a forma de medir a área queimada do corpo é a regra dos nove, por analogia, comparando os testes 4 com o 6, a farda 100% algodão sem proteção as chamas estava com 36% da parte frontal em chamas em 11 segundos (foto 22) e a 67/33 rip stop 100% da parte frontal (foto 25). Este tecido atual da farda derreteu durante a queima e fundiu com os seguintes materiais: couro, metal, concreto (foto 27) e plástico do manequim, portanto o 67/33 rip stop poderá fundir com a pele humana com efeito catastrófico ao bombeiro militar.

Teste de Resistência as Chamas da Farda (consultar detalhes na tabela 5)



Foto 16: 5º Teste (Nomex)



Foto 17: Frente (Nomex)



Foto 18: Posterior (Nomex)



Foto 19: 3º Teste (88/12 FR)

Foto 20: Frente (88/12 FR)

Foto 21: Posterior (88/12 FR)



Foto 22 (11 segundos): 6º Teste (100% algodão)



Foto 23: Evolução da queima



Foto 24: Estado final do manequim



Foto 25 (11 segundos): 4º Teste (67/33 rip stop)



Foto 26: Destruição total manequim



Foto 27: Fusão com concreto

Fonte: Pesquisa realizada em jan. de 2022.

A velocidade de queima com uma combustão iniciada em torno de 1 (um) segundo, conforme mostrado no teste ASTM D 6413 e observado neste teste, a fusão com materiais e o derretimento do tecido 67/33 rip stop, mostram o grande perigo que a farda atual que a maioria dos Corpos de Bombeiros Militares utilizam no país está sujeito em contato direto com as chamas ou fogo repentino.

Apesar de falha no 6º teste (Nomex) em virtude da conexão de um queimador com 1 segundo de teste foi o melhor resultado de proteção ao manequim, seguido dos testes 3 e 7 no tecido 88/12 FR que teve um resultado satisfatório e bem superior aos tecidos sem proteção as chamas. A própria construção da farda interfere diretamente no resultado, pois o 6º teste foi em um macacão de Nomex e é provável que ajude em uma maior proteção, porém não tira o mérito do resultado do tecido conforme experimentado e observado.

### 3.5 TESTE DO CONFORTO DO TECIDO

Conforme os três aspectos de Higgins e Anand (2003) na definição de conforto, foram avaliados os aspectos físicos (toque ou sensorial e ergonômico) e fisiológico (termorregulador). O aspecto psicológico será descrito logo a seguir. Um total de 11 bombeiros militares voluntários usaram a farda por um período igual ou superior a 24 horas em atividades administrativas ou operacionais. Para cada item avaliado foi estipulado uma nota de 1 a 5 chegando ao resultado apresentado na tabela 6 a seguir:

Termo fisiológico (capacidade do tecido em trocar calor)	Sensorial do “toque”	Ergonômico
4,45	4,64	4,55

Fonte: Pesquisa realizada em dez. de 2021 e jan. de 2022.

Pode-se concluir com os resultados que o tecido 88/12 FR é confortável, com médias iguais ou acima de 4,45, apesar do parâmetro ser subjetivo, as fardas foram feitas pelo mesmo fabricante mas eram de tamanho único, todos os militares reportaram um conforto superior ao 67/33 rip stop.

Para Higgins e Anand (2003) o aspecto psicológico está ligado ao conforto e envolve à estética, aparência, moda, meio social e cultural. Na estética e aparência os protótipos mantiveram o padrão da farda atual, exceto a trama que é sarja, visualmente é lisa e não têm a característica quadriculada do rip stop. Ainda sobre a aparência, um fator negativo para o

88/12 FR é que amarrota muito, porém a Santista Têxtil informou que existe um tratamento anti-amarrotamento.

Outro fator da aparência foi a diferença de tonalidade da mesma cor entre calça e gandola em um protótipo. O tecido é o 88/12 FR em ambas as partes, porém de gramatura diferente para que a calça seja um pouco mais resistente com uma gramatura maior. A ideia inicial de ter uma calça um pouco mais resistente é interessante, porém o visual fica muito prejudicado e interfere diretamente na imagem da instituição.

Quanto ao meio social e cultural a farda 67/33 rip stop possui prestígio ao longo dos anos como uma farda resistente, e de fato é como apontado no estudo. A armação rip stop foi consolidada e reconhecida no serviço bombeiro militar, pois houve poucos problemas de fardas rasgadas no CBMGO após a adoção deste tecido. Esta é uma barreira cultural que o 88/12 FR pode enfrentar, caso seja adotado como tecido da farda. A armação rip stop interfere na sensação do toque, mas de fato é importante conforme mostrado no item 2.5, e devido a aceitação desta armação ao longo dos anos pelas corporações não é um obstáculo considerável ao conforto.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente trabalho teve como objetivo geral avaliar o tecido 88% algodão 12% poliamida fire resistance (FR) como opção para construção da farda operacional de uso diário do CBMGO. Foram confeccionados 03 protótipos da farda, que foram experimentadas por 03 meses e submetidos aos testes de queima.

A temática de fardas com resistência as chamas são recentes, pois a Santista Têxtil está fazendo investimentos na área de tecidos ignífugos, o Paraná e o Espírito Santo de forma assertiva, estão implantando uma farda operacional com resistências as chamas a partir de 2021 e 2022. As indústrias Santanense e Cedro possuem um portfólio vasto de tecidos ignífugos e vem divulgando os seus produtos junto as instituições militares.

Dos 25 Corpos de Bombeiros Militares pesquisados no país, 80% usam farda com tecido composto de poliéster. O tecido 67% poliéster e 33% algodão mostrou péssimos resultados frente ao fogo, como rápida combustão e derretimento com aderência em metal, couro, plástico e concreto e que provavelmente irá aderir na pele humana agravando as lesões de queimaduras que um bombeiro pode sofrer. Teve resultados desastrosos no teste de resistências as chamas da farda, mostrou o seu alto poder calorífico no qual coloca a vida de milhares de bombeiros militares no país em risco.

Destarte, há uma necessidade de transformar o fardamento de uso diário do CBMGO, em um EPI com proteção as chamas frente os incidentes que os bombeiros militares deparam diariamente, principalmente na época dos incêndios florestais, conforme números expressivos da pesquisa de campo.

O tecido 88/12 FR apresentou bons resultados contra as chamas, melhor que o 100% algodão FR. No teste ASTM D 6413 o resultado do 88/12 FR foi excelente. Após 100 lavagens teve resultados 14% melhor que o tecido sem lavar, uma característica fundamental para atividade operacional. Isto dá segurança para que o tecido seja adotado como farda de uso diário, pois a longevidade do tratamento foi superior ao esperado. Isto quebra uma barreira cultural do meio bombeiro militar achar que tecidos ignífugos com tratamento são muito perecíveis devido a uma hipótese errônea da perda da sua proteção após 100 lavagens. Ainda segundo a Cedro Têxtil, a tecnologia de tratamento dos seus tecidos ignífugos fica melhor com o tempo pelo fato do produto entrar na fibra.

O conforto do 88/12 FR é superior ao atual tecido da farda por favorecer mais a troca de calor, sensível ao toque e ergonômico pois a adição de poliamida permite que o tecido tenha uma certa elasticidade. Foi observado em testes de uso que amarrota fácil e que pode haver uma diferença sensível de tonalidade de cor se confeccionar calça e gândola em gramaturas diferentes, pois são produtos diferentes.

Quanto a resistência mecânica de tração e rasgo, o 67/33 rip stop é bem superior, porém o nível de resistência a tração do 88/12 FR é semelhante aos tecido ignífugos estudados e superior na resistência a rasgos comparando com 02 tecidos de fibras inerentes. A resistência ao rasgo pode ser melhor com a produção do tecido 88/12 FR na armação rip stop.

## REFERÊNCIAS

ALENCAR, Camila O. C.; BOUERI, Jorge. **O conforto no vestuário: uma análise da relação entre conforto e moda**. São Paulo: USP, 2012.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, **D6413 Vertical Flame test for Flame Resistance of Textiles**, West Conshohocken, PA, 2015.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, **F1930 Standard Test Method for Evaluation of Flame Resistant Clothing for Protection Against Fire Simulations Using a Instrumented Manikin**, West Conshohocken, PA, 2018.

ARAÚJO, Mário de E. M. de Melo e Castro; **Manual de Engenharia Têxtil**; Vol. II, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 10591 – Determinação da gramatura em tecidos**, 2008.

CEDRO TEXTIL WORKWEAR, **Especificação Técnica Profissional Cedro**, 2020.

CONSELHO NACIONAL DE COMANDANTES GERAIS DOS CORPOS DE BOMBEIROS MILITARES, **Pesquisa de Setembro**, 2021.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR GO, **Ocorrência n. 16077147**, 2020.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR GO, **Normas Técnicas**, 2021. Disponível em: <https://www.bombeiros.go.gov.br/sem-categoria/normas-tecnicas-do-cbmgo-2.html>. Acesso em: 03 jan. 2022.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR GO, **Regulamento de Uniformes**, 2009. Disponível em: <https://www.bombeiros.go.gov.br/legislacao/uniforme.html>. Acesso em: 05 jan. 2022.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR GO, **Estatísticas**, 2019, 2020 e 2021.

CUCCATO, Francisco Carlos, **Tecelagem/SENAI**. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. São Paulo: SENAI-SP, 2015.

HIGGINS, Leah; ANAND, Subhash. **Textile Materials and Products for Activewear and Sportswear**. Reino Unido: Textiles Intelligence Limited, 2003.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia do trabalho científico**: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos. São Paulo: Atlas, 2003.

METOLOGIA, **Portal SENAI CETIQ.com**. Rio de Janeiro, RJ, 2017. Disponível em: <https://senaicetiqt.com/tecnologia/metrologia/laboratorio-de-flamabilidade/#menu>. Acesso em: 03 jan. 2022.

MINISTÉRIO DO TRABALHO, **Norma Regulamentadora n. 06**, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/normas-regulamentadoras-nrs>. Acesso em: 05 jan. 2022.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION, **NFPA 2112**, 2018. Disponível em: <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=2112>. Acesso em: 03 jan. 2022.

ROMERO, Luiz Lauro et al. **Fibras artificiais e sintéticas**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 1, p. [54]-66, jul. 1995. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/4241>. Acesso em: 4 jan. 2022.

SALOMONE, Jeffrey P., PONS, Peter T., **PHTLS: Prehospital Trauma Life Support**. Tradução da 6ª Ed., Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

SANTANENSE WORKWEAR, **Especificação de Tecido Acabado**, 2021.

SANTISTA WORK SOLUTION, **Especificação de Produtos**, 2021.