

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CAMPUS LONDRINA  
CURSO EM ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO  
TRABALHO

RENAN DUTRA DE SOUZA

**VERIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA A CHAMA DO MATERIAL TÊXTIL  
100%ALGODÃO TRATADO COM ANTI-CHAMA APÓS 30  
LAVAGENS**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

LONDRINA  
2015

RENAN DUTRA DE SOUZA

**VERIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA A CHAMA DO MATERIAL TÊXTIL  
100%ALGODÃO TRATADO COM ANTI-CHAMA APÓS 30  
LAVAGENS**

Monografia apresentada na Pós-Graduação de Engenharia de Segurança do Trabalho, como requisito para obtenção do título de Engenheiro de Segurança do Trabalho pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Fabio Cezar Ferreira

Londrina  
2015

RENAN DUTRA DE SOUZA

**VERIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA A CHAMA DO MATERIAL TÊXTIL  
100%ALGODÃO TRATADO COM ANTI-CHAMA APÓS 30  
LAVAGENS**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

BANCA EXAMINADORA

---

Orientador: Dr. Fabio Ferreira  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Dr. Claudio Takeo Ueno  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Me. José Luis Dalto  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Londrina, 17 de abril de 2015.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais Carlos Roberto e Cidnéa Erthal por sempre acreditarem em mim e incentivarem todos os meus passos. A minha irmã Roberta meu sobrinho Lucas e aos meus amigos Og, Thiago, Guto, Bim, Ivom, Capitão, Rikim pelos momentos de distração e cumplicidade.

Ao meu orientador Fabio pelo empenho, dedicação e esforço para a elaboração deste trabalho.

A todos os professores do curso de Engenharia de Segurança do Trabalho que contribuíram para minha formação acadêmica durante esses meses.

Aos profissionais do SENAI CETIQT e do IPEM - PR que me apoiaram na execução do trabalho

A todos os colegas de curso, em especial ao amigo Fábio Oshiro que sempre me apoiou em todos os momentos.

## RESUMO

SOUZA, Renan D. Verificação da resistência a chama do material têxtil 100% algodão tratado com anti-chama após 30 lavagens. 2015. 37 p. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) Programa de Pós Graduação, Universidade Federal Tecnológica do Paraná. Londrina, 2015.

Atuando em um mercado competitivo, o engenheiro de segurança vem trabalhando significativamente para que os colaboradores mantenham seus padrões de qualidade e saúde no seu dia a dia. Preocupado com esses fatores, o trabalhador faz se o uso do EPI (Equipamento de Proteção Individual). Esse trabalho estuda o comportamento de um EPI, ou seja. Um tecido 100% algodão com o tratamento anti-chama se após 30 lavagens esse material se comporta de uma maneira eficiente se comparado á um tecido tratado sem passar por nenhum processo de lavagem. O método utilizado nesse trabalho foi o experimental. O tecido tratado com o produto químico passou pelas lavagens simultâneas e em seguida essas amostras foram encaminhadas para um laboratório acreditado ao INMETRO com o auxílio do equipamento de Flamabilidade, certificamos que o tecido de proteção individual está apto ao trabalhador.

**Palavras chave:** Trabalhador, Equipamento de Proteção Individual, Tratamento Anti-chama.

## **ABSTRACT**

SOUZA, Renan D. Verificação da resistência a chama do material têxtil 100% algodão tratado com anti-chama após 30 lavagens. 2015. 37 p. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) Programa de Pós Graduação, Universidade Federal Tecnológica do Paraná. Londrina, 2015.

Operating in a competitive market, the safety manager has been working significantly for employees to keep their quality and health standards in their day to day. Concerned about these factors, the worker makes the use EPI (Personal Protective Equipment). This paper studies the behavior of EPI, that is. A 100 % cotton fabric with flame retardant treatment if after 30 washes the material behaves in an efficient manner compared to a treated fabric without going through any washing process. In order to verify that the individual protection equipment is fit to work.

**Keywords:** Worker, Personal Protective Equipment, Treatment Anti-flame

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – TECIDO SEM TRATAMENTO E SEM LAVAGENS. ....	29
TABELA 2 – TECIDO COM TRATAMENTO E SEM LAVAGENS.....	29
TABELA 3 – TECIDO COM TRATAMENTO E LAVADO UMA ÚNICA VEZ. ....	30
TABELA 4 – TECIDO COM TRATAMENTO E LAVADO POR DUAS VEZES.....	30
TABELA 5 – TECIDO COM TRATAMENTO E LAVADO POR OITO VEZES. ....	31
TABELA 6 – TECIDO COM TRATAMENTO E LAVADO POR QUINZE VEZES. ....	31
TABELA 7 – TECIDO COM TRATAMENTO E LAVADO POR VINTE E NOVE VEZES. ....	32
TABELA 8 – TECIDO COM TRATAMENTO E LAVADO POR TRINTA VEZES.....	32
TABELA 9 – COMPARAÇÃO ENTRE O SENTIDO DA TRAMA COM O PADRÃO. ....	33
TABELA 10 – COMPARAÇÃO ENTRE O SENTIDO DO URDUME COM O PADRÃO. ....	34

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL .....	23
---	----



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – CLASSIFICAÇÃO DAS FIBRAS TÊXTEIS .....	13
FIGURA 2 – VISTA LONGITUDINAL DA FIBRA DE ALGODÃO .....	15
FIGURA 3 – VISTA TRANSVERSAL DA FIBRA DE ALGODÃO .....	15
FIGURA 4 – MORFOLOGIA DA FIBRA DO ALGODÃO .....	15
FIGURA 5 – ESTRUTURA QUÍMICA DO ALGODÃO.....	16
FIGURA 6 – ESTRUTURA DA CELULOSE. PARTE CENTRAL DA CADEIA .....	17
FIGURA 7 – TIPOS DE LIGAÇÕES QUE OCORRERAM ENTRE OH E AS MOLÉCULAS DE CELULOSE. ....	18
FIGURA 8 – FORMULAS DE AÇUCARES PRESENTE NAS POLIOSES. ....	19
FIGURA 9 – MODELO DE CONSTRUÇÃO DE UM TECIDO PLANO.....	21
FIGURA 10 – MODELO DE CONSTRUÇÃO DE UM TECIDO POR TRAMA.....	21
FIGURA 11 – FOULARD: EQUIPAMENTO DE BENEFICIAMENTO TÊXTIL.....	21
FIGURA 12 – FIGURA DA HIERARQUIA DOS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO. ....	22
FIGURA 13 – FIGURA DO ÓCULO DE PROTEÇÃO .....	24
FIGURA 14 – FIGURA DO ÓCULO DE PROTEÇÃO. ....	25
FIGURA 15 – FIGURA DA MÁSCARA DE PROTEÇÃO.....	25
FIGURA 16 – JALECO DE PROTEÇÃO.....	26
FIGURA 17 – JALECO DE PROTEÇÃO COM TRATAMENTO ANTI-CHAMA.....	26
FIGURA 18 – EQUIPAMENTO DE FLAMABILIDADE. ....	27
FIGURA 19 – DESENHO DE UMA VISTA TRANSVERSAL DO EQUIPAMENTO DE FLAMABILIDADE EM USO.....	27

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – COMPARAÇÃO ENTRE O SENTIDO DA TRAMA COM O PADRÃO.....	33
GRÁFICO 2 – COMPARAÇÃO ENTRE O SENTIDO DO URDUME COM O PADRÃO.....	34

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>13</b>
2.1	AS FIBRAS TÊXTEIS .....	13
2.2	A FIBRA DE ALGODÃO .....	14
2.3	A CELULOSE .....	17
2.4	POLIOSES.....	19
<b>3</b>	<b>A INDÚSTRIA TÊXTIL.....</b>	<b>20</b>
<b>4</b>	<b>NORMA REGULAMENTADORA NR6 .....</b>	<b>24</b>
4.1	PROTEÇÃO PARA OS OLHOS .....	24
4.2	MASCARA RESPIRATÓRIA.....	25
4.3	PROTEÇÃO PARA TRONCOS E MEMBROS .....	26
<b>5</b>	<b>FLAMABILIDADE.....</b>	<b>27</b>
<b>6</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>28</b>
<b>7</b>	<b>ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>29</b>
<b>8</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO .....</b>	<b>35</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>36</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, com a globalização e com o auxílio da tecnologia, as indústrias vêm crescendo de maneira assustadora. Para isso, as grandes empresas têm investido em educação que acrescenta na formação de um profissional qualificado. Acompanhando esse crescimento e atuando de uma maneira significativa, destaca – se a profissão do engenheiro de segurança do trabalho. Que trabalha em busca da prevenção dos riscos a saúde e a vida do trabalhador.

O Engenheiro de segurança do trabalho tem a função de assegurar que o trabalhador não corra riscos de acidente em sua atividade, sejam eles: físicos ou psicológicos. Esse profissional administra e fiscaliza a segurança no meio industrial. Organiza programas de prevenção de acidentes. Tendo também com o objetivo principal, fazer com que o colaborador retorne para sua residência de maneira segura.

Como a conscientização das empresas e de funcionários ainda é lenta, o fato é que acidentes ocorrem com frequência, no exercício do trabalho, a serviço da empresa, no trajeto entre casa e trabalho e destacando também, o uso não correto e adequado do equipamento de proteção individual (EPI). Tal comportamento pode então, causar doenças que provocam lesão corporal, perda e/ou redução permanente da capacidade para o trabalho, perturbação funcional e até a morte.

O equipamento de proteção individual deve fazer parte do dia-a-dia de todos envolvidos em uma determinada função, com isso faz – se necessário a sua higiene, a qual é a melhor arma para a manutenção da saúde, portanto a escolha desse tema deu – se devido à suspeita de que após o material ser exposto as sucessivas lavagens, o mesmo poderia perder suas características principais de qualidade. Sendo assim, com o seu uso o trabalhador não estaria com uma proteção eficiente.

A fim de contribuir para uma sociedade de uma maneira geral, este estudo pode trazer de uma maneira eficiente a confiança do trabalhador no equipamento de proteção. Em relação à inflamabilidade do tecido aderido ao seu corpo. Caso aconteça um acidente com a existência de combustão.

A hipótese de pesquisa é a de que após sucessivas lavagens, o tecido 100% algodão com o tratamento anti-chama pode perder sua resistência á chama quando

comparada a um tecido 100% algodão com o produto químico sem passar por nenhuma lavagem.

Assim, o objetivo dessa pesquisa é testar o tecido com o tratamento anti-chama está apto ao trabalhador após sucessivas lavagens e o objetivo específico é limitar esse trabalho á 30 lavagens e a um material 100% algodão.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 AS FIBRAS TÊXTEIS

As matérias-primas da indústria têxtil são as fibras. Segundo a norma da American Society for Testing and Materials, ASTM D629 “fibra é uma unidade de material caracterizada por ter um comprimento pelo menos cem vezes maior que seu diâmetro ou largura”. Onde uma melhor definição seria dizer que a fibra é todo material fino e alongado, que segundo sua característica de alongamento e flexibilidade o habilita para manufatura de produtos têxteis, ou seja, elaboração de fios, tecidos, não tecidos, etc.

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas, através da norma ABNT NBR 12744, as fibras podem ser classificadas em naturais ou manufaturadas, conforme exemplificado na Figura 1.

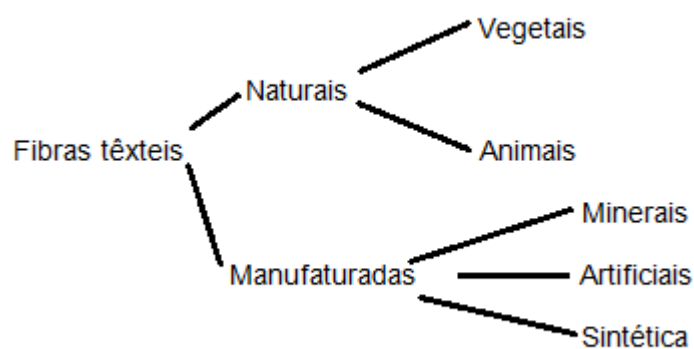


Figura 1 – Classificação das Fibras Têxteis  
Fonte: Braga, 2011.

Para a indústria têxtil as propriedades mais relevantes das fibras, que as tornam aptas para uma grande variedade de aplicação, são: finura, comprimento, alongamento, morfologia, elasticidade, rigidez, densidade e massa específica, resistência, porosidade, etc. (NBR 12744,1992). Dentre os vários tipos de fibras têxteis, o algodão é uma das fibras de maior consumo mundial, com a utilização em diversas áreas.

## 2.2 A FIBRA DE ALGODÃO

Segundo BNDS (2014) o algodão é uma fibra natural, de origem vegetal, fina, de comprimento variando entre 24 e 38 mm, Portanto. Ela é qualificada quanto ao seu comprimento, uniformidade, seu grau de pureza e branqueamento.

Vale ressaltar, que a CONAB (2014) declara a participação do consumo da fibra de algodão no contexto geral da produção de fios foi da ordem de 80% no ano de 2010.

Para Braga (2011) o algodão é uma fibra natural, orgânica à base de celulose e derivada de semente vegetal. O algodão é uma planta classificada na ordem das Malváceas sob o nome de *Gossypium*. Este gênero é dividido em 4 espécies primárias:

G. *Inducum**Gossypium**Inducum* - fibra curta, pode ser encontrada no Egito, Ásia Menor, Índia, China e Arábia

G. *Arboreum**Gossypium**Arboreum* - As flores costumam ser avermelhadas e as sementes são envolvidas por fibras amareladas. Essa espécie é natural do Egito, Índia, China e América do Sul.

G. *Hirsutum**Gossypium**Hirsutum* - É a mais importante, por que abrange os algodões upland dos EUA. É uma espécie herbácea e as mais conhecidas são o texas, big boll, triumph e express.

*Gossypium Barbadense* - Espécie com crescimento anual e perene, encontrada no Egito, Peru, Brasil, América Central e Índias Ocidentais.

Braga (2011) ainda conclui que o algodão se desenvolve adequadamente nas zonas costeiras das regiões tropicais. Para o plantio torna-se necessário um terreno argiloso e arenoso. O plantio dependerá do clima. Nos EUA e no Egito, o plantio é feito entre março e abril, na Índia entre maio e agosto e no Brasil e no Peru, o plantio tem início em dezembro.

Cerca de 40 dias depois o arbusto atinge sua altura máxima (aproximadamente 2 metros no caso do algodão americano). O período de floração dura entre 100 e 140 dias. Em cada caroço de algodão desenvolvem-se entre 1.200 a 1.700 fibras. (BRAGA, 2011). Figura 2 e 3, vista microscopia da fibra.



Figura 2 – Vista longitudinal da fibra de algodão  
Fonte: Do autor



Figura 3 – Vista transversal da fibra de algodão  
Fonte: Autor

Segundo Albuquerque (1988) o algodão pode ser explicado de acordo com a Figura 4, caracterizando sua morfologia. Dividindo – a em parede primaria, secundária e Lumén (parte diferenciada, onde a fibra madura apresenta paredes relativamente espessas, com menos torções e lume reduzido, ao passo que fibras imaturas são mais achatadas, contorcida, com paredes delgadas lume amplo).

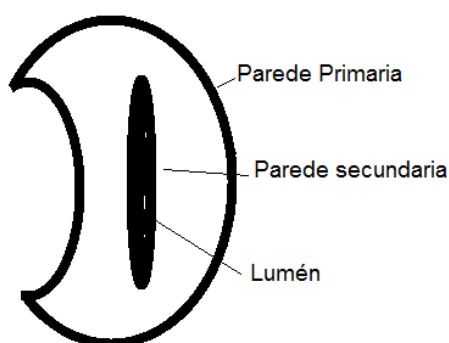


Figura 4 – Morfologia da fibra do algodão  
Fonte: Autor



Para Albuquerque (1988) seu controle de qualidade demonstra que a fibra de algodão contém de 92% a 95% mostrando na Figura 5, onde a celulose se associa a matérias pécnicas e ceras. A celulose pode ser considerada como resultante do encadeamento linear da molécula de  $\beta$ -glicose com eliminação de água. A massa molecular é de ordem de 2.000.000.

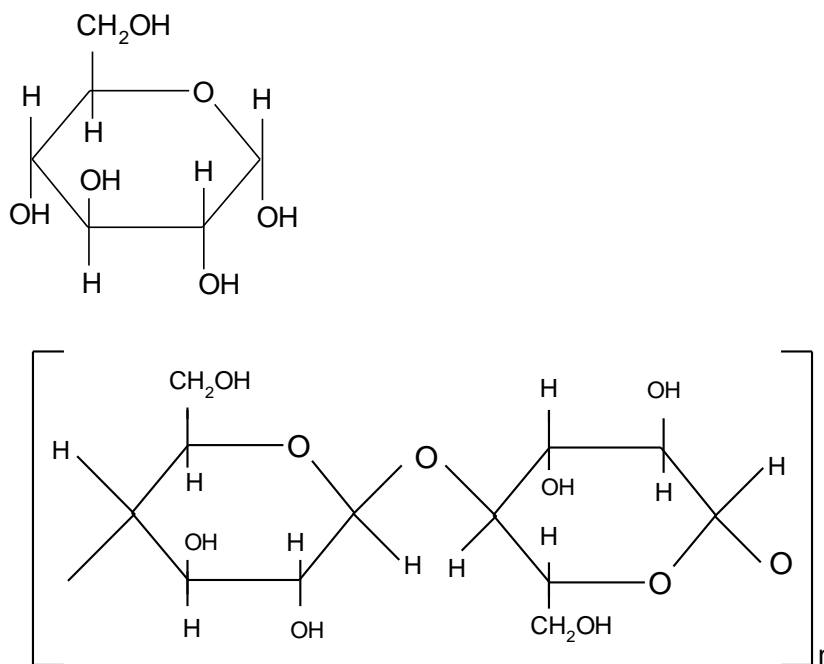


Figura 5 – Estrutura química do Algodão  
Fonte: Braga (2011).

Algumas propriedades segundo Braga (2011):

- Alongamento - variando entre 5 e 10%. A umidade provoca um decréscimo no alongamento das fibras.
- Resiliência - superior à das fibras naturais, porém baixa.
- Regain - 8%
- Térmicas - exposições acima de  $150^\circ\text{C}$ , lenta decomposição.
- Efeito dos Álcalis - O algodão é bastante resistente aos álcalis.
- Efeito dos Ácidos - Os ácidos minerais fortes destroem o algodão e os ácidos à quente provocam sua degradação.
- Efeito dos Solventes Orgânicos - Extremamente resistente à maioria dos solventes orgânicos.

## 2.3 A CELULOSE

A celulose é um polissacarídeo amplamente encontrado na natureza em plantas ou em organismos primitivos, como alga e bactérias. Sendo o principal componente da parede celular dos vegetais, compreendendo aproximadamente 50% de toda a biomassa vegetal (ENERT,1983). Sua função na natureza é estrutural. A celulose é um polissacarídeo linear, formado por unidades  $\beta$  – D – glicopiranoose, as quais se unem através de ligações glicosídicas  $\beta$  (1 – 4), resultando de um polímero de alta massa molar, cujo valor depende da fonte de celulose, do tratamento que ela recebe e do método utilizado para determinação da massa molar (SJOSTRON,1981). A unidade repetitiva é chamada de celobiose e está representada na Figura 6.

A união Glicosídica atua como grupo funcional, e assim, junto com os grupos hidroxilas determina as propriedades químicas da celulose, todas as reações importantes ocorrem nestas posições (FENGEL,1984).

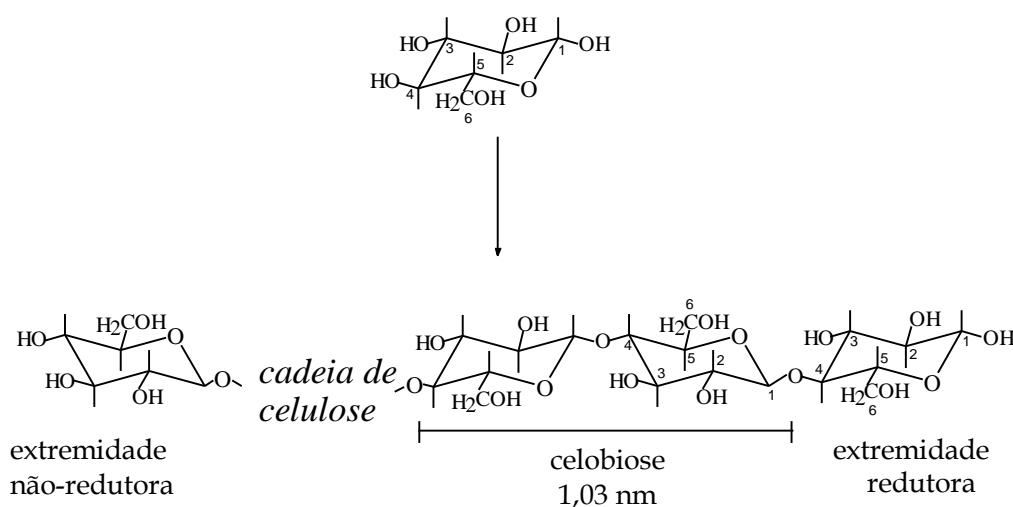


Figura 6 – Estrutura da celulose. Parte central da cadeia  
Fonte: Fengel (1984).

A celulose apresenta grande tendência á formar ligações de hidrogênio intra e intermoleculares, conforme mostrado na Figura 7. As interações intramoleculares são responsáveis pela rigidez nas cadeias unitárias, e as intermoleculares pela formação do vegetal, ou seja, as molécula de celulose se alinham, formando as microfibrilas, as quais formam as fibrilas que, por sua vez, se ordenam para formar as sucessivas paredes celulares da fibra (D ALMEIDA, 1988).

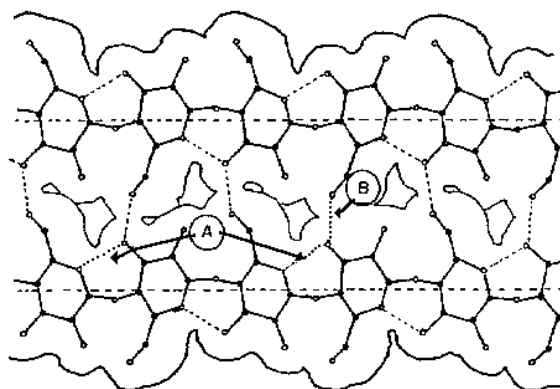


Figura 7 – Tipos de Ligações que Ocorreram entre OH e as moléculas de Celulose.  
Fonte: D ALMEIDA, 1988.

A – Ligação de hidrogênio Intramoleculares.

B – Ligação de Hidrogênio Intermoleculares.

D Almeida (1988) e Sjostron (1981) citam as cadeias se unem formando feixes que apresentam regiões altamente organizadas (cristalinas), que estão intercaladas com regiões menos organizadas (amorfa). Como consequência da estrutura fibrilar e das ligações de hidrogênio presentes, a celulose apresenta resistência à tração na região cristalina e na amorfa maior flexibilidade.

Referenciam também a estrutura cristalina da celulose tem sido caracterizada por difração de raios-x e pelos métodos espectrofotométricos baseado na absorção na região do infravermelho, ou por acessibilidade química. A cela unitária cristalográfica para a celulose I. Além da estrutura cristalina da celulose I, existem várias formas polimorfos, sendo que as mais conhecidas são: celulose II, celulose III e celulose IV.

Para Koullas (1989) uma quantidade imensa de derivados de celulose tem sido sintetizada até os nossos tempos. Fundamentalmente, a modificação química da celulose consiste de reações de substituição formando ésteres e éteres de celulose, a partir dos três grupos hidroxilas da celulose. Através de modificações químicas (reações de eterificação e esterificação), as quais teriam o objetivo de quebrar estas ligações intermoleculares de hidrogênio, obtendo assim produtos com estrutura cristalina diferente, aumentando a solubilização bem como a possibilidade de se aumentar as forças atrativas intermoleculares (ZEMKE, 1996).

## 2.4 POLIOSES

Fengel (1984) e Fengel (1984) justificam polioses são polissacarídeos constituídos de uma mistura de diferentes de unidades de açucars, formando cadeias moleculares curtas e ramificadas e com o grau de polimerização menor quando comparados às macromoléculas de celulose. As unidades monossacarídeos que compõem as polioses podem ser subdivididas em grupos tais como pentoses, hexoses, ácidourônicos e deoxi-hexoses como mostra a Figura 8.

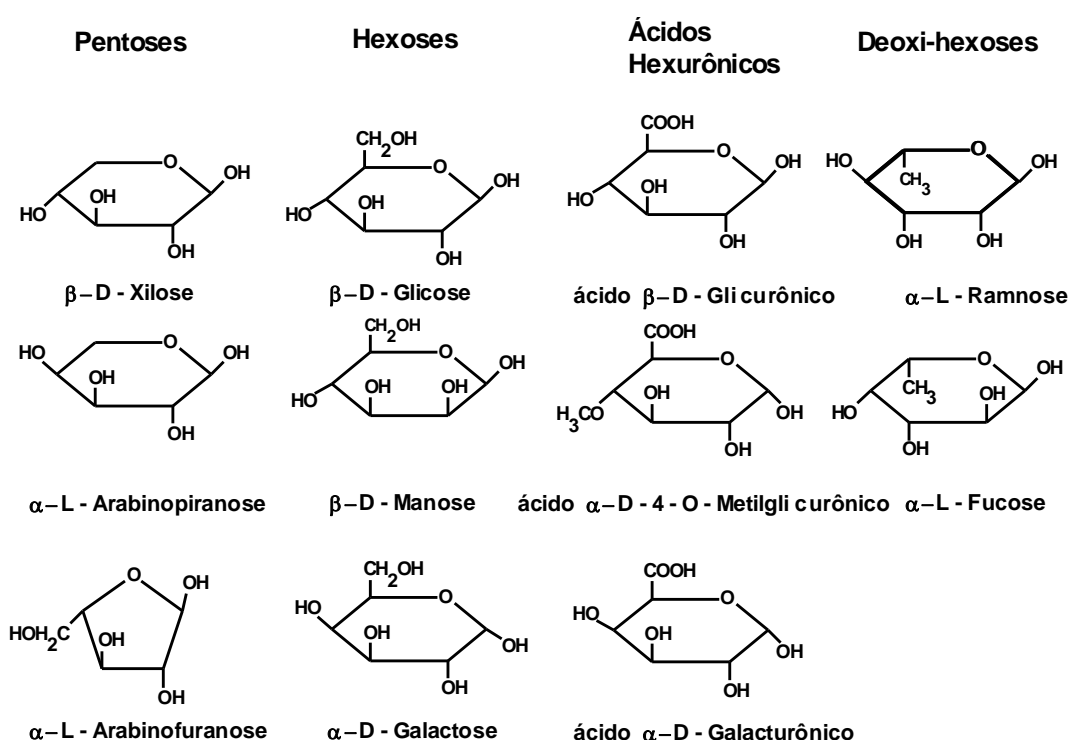


Figura 8 – Formulas de Açucars presente nas Polioses.  
Fonte: Fengel (1984).

Estes grupos se dividem em polissacarídeos não modificados que são alguns compostos de unidade de pentoses (xilose, arabinose) e outras hexoses (manose, galactose, glicose) e polissacarídeos modificados as quais contém uma ou mais unidades de ácido urônico (FENGEL,1984).

Ainda quando comparada a celulose, as polioses são solúveis em meio alcalino e de mais fácil hidrolise em meio ácido. As cadeias manométricas citadas possuem relativamente baixa massa molar e podem ser extraídas das plantas mais frequentemente com soluções alcalinas (FENGEL,1984).

### 3 A INDÚSTRIA TÊXTIL

A indústria têxtil tem como objetivo a produção de tecidos para as mais diversas aplicações e funcionalidades. Este processo ocorre através de um somatório de etapas que consiste em produzir fios, tecidos e peças de vestuário, têxteis domésticos (roupa de cama e mesa) ou em artigos para aplicações técnicas. As indústrias têxteis têm seu processo produtivo muito diversificado, ou seja, algumas podem possuir todas as etapas do processo têxtil (fiação, tecelagem, malharia e beneficiamento) outras podem ter apenas um dos processos (somente fiação, somente tecelagem, somente beneficiamento ou fiação e tecelagem etc.). (CASTILHO, 2011)

O processo de produção de fios, também chamado de fiação, compreende diversas operações por meio das quais as fibras são abertas, limpas e orientadas em uma mesma direção, paralelizadas e torcidas de modo a se prenderem umas às outras por atrito. Entre estas operações temos: abertura e separação das fibras, limpeza, paralelização, homogeneização regularização, afinamento e torção. (ARAÚJO, 1984)

Para Castilho (2011), a tecelagem é o ato de tecer, entrelaçando fios de trama (dispostos no sentido transversal) e urdume ou urdidura, (dispostos no sentido longitudinal) formando os tecidos. Tecidos produzidos através deste processo de tecelagem, também conhecidos como tecidos planos não podem ser confundidos com tecidos de malha. Nos tecidos planos a formação do tecido se dá pelo entrelaçamento de no mínimo, dois conjuntos de fios, onde ambos sempre estarão dispostos perpendicularmente. Já na produção de tecidos de malha, os tecidos são caracterizados pelo entrelaçamento dos fios têxteis com a ajuda de agulhas, sendo esses sempre no mesmo sentido, todos na trama (dispostos no sentido horizontal) ou todos no urdume (dispostos no sentido vertical). Exemplos dessas construções de tecidos podem ser visto nas Figuras 9 e 10.

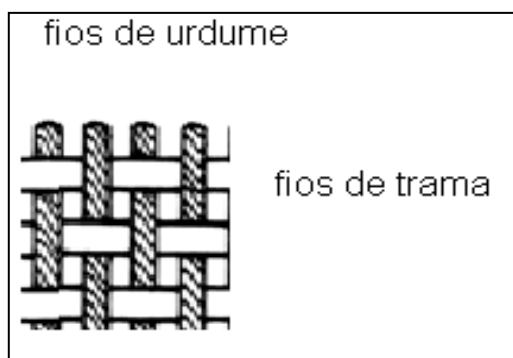


Figura 9 – Modelo de construção de um tecido plano.  
Fonte: Castilho (2011)

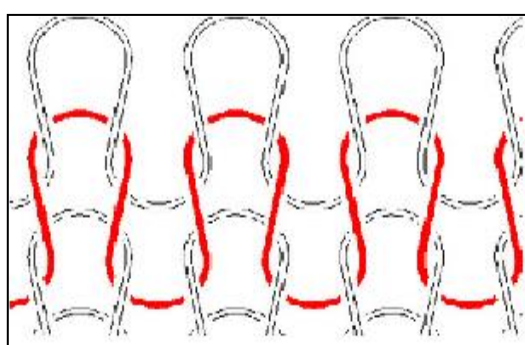


Figura 10 – Modelo de construção de um tecido por Trama.  
Fonte: Castilho (2011)

Agregando valores a um tecido, vem a parte de beneficiamento têxtil. É a etapa por onde o tecido ganha cor e algumas características técnicas, como por exemplo a aplicação de um tratamento químico que torna o material resistente a chama. Esse equipamento é chamado de Foulard. Figura 11.



Figura 11 – Foulard: Equipamento de Beneficiamento Têxtil  
Fonte: Peixoto (2011)

Para o Instituto de Pesos e Medidas o Controle de qualidade dos materiais têxteis, faz se o uso de um laboratório, que apoiado em normais e procedimentos acreditados. Mantém a qualidade do processo em uma produção industrial

No Brasil as Normais vigentes que controla e monitora a qualidade em matérias e procedimentos são as NR (Normais Regulamentadoras), NBR (Normais Brasileiras), ISO (Organização Internacional para Padronização) e ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Já ASTM International (ASTM), originalmente conhecida como American Society for Testing and Materials, é um órgão estadunidense de normalização. A ASTM desenvolve e publicam normas técnicas para uma ampla gama de materiais, produtos, sistemas e serviços. Conhecida e usada no Brasil.

Para matérias como EPI (Equipamento de Proteção individual), a NR (Norma Regulamentadora) vigente é a NR6 que se considera Equipamento de Proteção Individual - 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.

Para Nunes (2012) os equipamentos de proteção devem obedecer a uma hierarquia conforme a Figura 12:

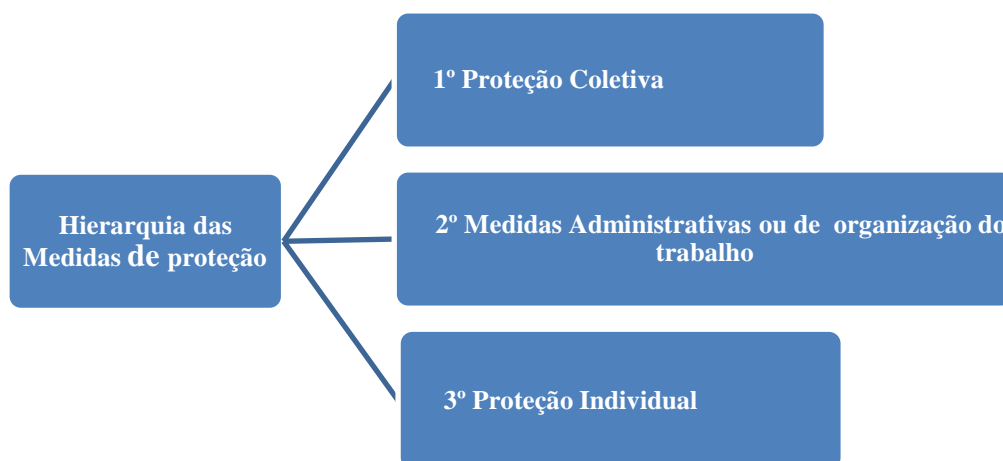


Figura 12 – Figura da Hierarquia dos Equipamentos de Proteção.  
Fonte: Nunes (2012)

Segundo a NR6 destaca também que todo equipamento de proteção deve conter o seu número de CA (Certificado de Aprovação) e para cada atividade existe uma gama de EPI específico demonstrado no Quadro 1.

Quadro 1 – Equipamento de Proteção Individual

<b>Equipamento de Proteção Individual</b>			
Cabeça	Capacete	Corpo inteiro	Macacão
	Capuz		Cinturão
	Óculos		
	Mascaras		
	Auditivo		
	Respiratório		
Membros	Luvas	Creμες	Braçadeira
	Manga	Calçados	Meia
	Perneira	Calça	Botas

Fonte: Autor



## 4 NORMA REGULAMENTADORA NR6

O Equipamento de Proteção Individual é fornecido pela empresa e que o trabalhador mantenha-o sempre limpo e armazenado em lugares de fácil acesso, segue abaixo algumas fotos de EPI mais usados:

### 4.1 PROTEÇÃO PARA OS OLHOS

Para Silva (2002) o uso de óculos é obrigatório em todas as atividades onde aconteça o manuseio ou armazenamento de produtos químicos com probabilidade de respingos.

Segundo o conselho Regional de química existe 2 tipos de óculos, o de proteção Figura14 e o de segurança Figura15. O que difere os dois é que o de proteção é mais indicado para corrosivos, ácidos e álcalis. Já o de segurança para operações que envolvam vapores, fumos e respingo.



Figura 13 – Figura do Óculo de Proteção  
Fonte: Autor



Figura 14 – Figura do Óculo de Proteção.  
Fonte: Autor

#### 4.2 MASCARA RESPIRATÓRIA

O conselho regional de química destaca a proteção contra gases e fumaças a máscara respiratória Figura 16:



Figura 15 – Figura da Máscara de Proteção.  
Fonte: Autor

### 4.3 PROTEÇÃO PARA TRONCOS E MEMBROS

Existem vários tipos de jalecos e aventais, no qual são usados para fornecer uma barreira de proteção. Recomenda-se a utilização de jalecos de manga longa e comprimento na altura do joelho com tecido de algodão e aventais impermeáveis e com o tratamento anti-chama (CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA, 2007).

Para uma atividade no qual o trabalhador está exposto a risco de explosão seu equipamento de proteção deve conter um tratamento químico no qual a propagação da chama do fogo é minimizada. Figura 17 e 18.



Figura 16 – Jaleco de Proteção

Fonte: Autor



Figura 17 – Jaleco de Proteção com tratamento anti-chama.

Fonte: Autor

## 5 FLAMABILIDADE

Para testes em laboratórios um equipamento utilizado para quantificar a resistência de um tecido a chama é conhecido como Flamabilidade, Figura 19 e 20. Que segundo o procedimento interno do SENAI CETIQT (Centro de Tecnologia da indústria Química e Têxtil), baseado na Norma ASTM 6413 e seu procedimento interno e pode ser operado da seguinte forma:

São cortados 12 componentes por corpo de prova, nas dimensões 7x45cm são manipulados por um técnico capacitado que introduz o tecido na parte interior do equipamento, selecionando o ângulo da chama e seus resultados são em função da resistência do tecido a chama em função do tempo de 12 segundos em que foi submetido. 6 ensaios no sentido da trama e 6 ensaios no sentido do urdume.



Figura 18 – Equipamento de Flamabilidade.  
Fonte: Autor

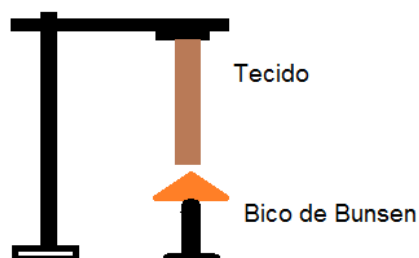


Figura 19 – Desenho de uma Vista transversal do equipamento de Flamabilidade em uso.  
Fonte: Autor

## 6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia utilizada é a metodologia experimental. O trabalho iniciou se, com o recebimento dos tecidos anti-chama cedido por um fabricante conhecido no mercado Brasileiro.

Após á conferencia e uma eventual análise do material, o tecido anti-chama foi cortado 30 peças com uma dimensão de 1x15m e foi submetido a uma lavagem residencial simultânea de 30 etapas, com sabão neutro e sem adicionais, como alvejantes. Nessas lavagens simultâneas as peças eram retiradas e expostas ao sol, com a intenção de chegar mais próxima a realidade cotidiana de um trabalhador.

Concluindo as 30 lavagens o tecido foi encaminhado ao laboratório do SENAI CETIQT, que analisou o comportamento desse material após as lavagens, comparando-a com um padrão. Um tecido com o mesmo beneficiamento químico (Anti-chama) sem as lavagens. Sendo à titulo de informação, também foi analisado o comportamento anti-chama de um material sem o tratamento.

O procedimento adotado:

O laboratório dividiu os ensaios da seguinte maneira:

- Análise de material sem o tratamento;
- Análise do material com o tratamento sem ser submetido a lavagens (Padrão);
- Análise do material após uma lavagem;
- Análise do material após duas lavagens;
- Análise do material após oito lavagens;
- Análise do material após quinze lavagens;
- Análise do material após vinte e nove lavagens;
- Análise de material após trinta lavagens.

Foram cortados 12 componentes por corpo de prova, nas dimensões 7x45cm são manipulados por um técnico capacitado que introduz o tecido na parte interior do equipamento, selecionando o ângulo da chama e seus resultados são em função da resistência do tecido a chama em função do tempo de 12 segundos em que foi submetido 6 ensaios no sentido da trama e 6 ensaios no sentido do urdume.

## 7 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Ao analisar a Tabela 1 tecido sem o tratamento químico, percebemos que o tecido não resiste à chama e queima como um todo.

Tabela 1 – Tecido Sem Tratamento e sem Lavagens.

Dados do Cliente				
Requerente:	RENAN DUTRA – IPEM PR			
Interessado:	-----			
Endereço do Requerente:	Av das Maritacas, 1400 – Londrina - PR			
Caracterização da Amostra				
Amostra:	0007			
Identificação	Tecido 1 - sem tratamento			
Entrada no Laboratório	07/01/15			
Data da Avaliação	15/01/15			
Resultados				
Ensaio			NORMA	
Método de ensaio para propagação de chama limitada: ignição da borda inferior			ASTM D 6413	
Direção	Tempo de pós-chama (s)	Tempo de incandescência (s)	Resíduos incandescentes	Comprimento de carbonização (cm)
Urdume 1	(*)	(*)	Não	(*)
Urdume 2	(*)	(*)	Não	(*)
Urdume 3	(*)	(*)	Não	(*)
Urdume 4	(*)	(*)	Não	(*)
Urdume 5	(*)	(*)	Não	(*)
Média	(*)	(*)	Não	(*)
Trama 1	(*)	(*)	Não	(*)
Trama 2	(*)	(*)	Não	(*)
Trama 3	(*)	(*)	Não	(*)
Trama 4	(*)	(*)	Não	(*)
Trama 5	(*)	(*)	Não	(*)
Média	(*)	(*)	Não	(*)

Fonte: Senai Cetiqt

Ao analisar a Tabela 2 o tecido com o tratamento químico e sem lavar, percebeu que o tecido possui um comportamento parecido na trama e no Urdume.

Tabela 2 – Tecido com Tratamento e sem Lavagens.

Dados do Cliente				
Requerente:	RENAN DUTRA – IPEM PR			
Interessado:	-----			
Endereço do Requerente:	Av das Maritacas, 1400 – Londrina - PR			
Caracterização da Amostra				
Amostra:	0008			
Identificação	Tecido 2 - sem lavar			
Entrada no Laboratório	07/01/15			
Data da Avaliação	15/01/15			
Resultados				
Ensaio			NORMA	
Método de ensaio para propagação de chama limitada: ignição da borda inferior			ASTM D 6413	
Direção	Tempo de pós-chama (s)	Tempo de incandescência (s)	Resíduos incandescentes	Comprimento de carbonização (cm)
Urdume 1	0	0	Não	
Urdume 2	0	0	Não	
Urdume 3	0	0	Não	
Urdume 4	0	0	Não	
Urdume 5	0	0	Não	
Média	0	0	Não	5,5
Trama 1	0	0	Não	
Trama 2	0	0	Não	
Trama 3	0	0	Não	
Trama 4	0	0	Não	
Trama 5	0	0	Não	
Média	0	0	Não	6,1

Fonte: Senai Cetiqt

Ao analisar a Tabela 3 o tecido com o tratamento químico e lavado por uma única vez, percebeu que o tecido no urdume se comportou bem em função do tempo e na trama, a areia afetado pela chama foi menor se comparado ao tecido sem lavagens.

Tabela 3 – Tecido com Tratamento e lavado uma única vez.

Dados do Cliente				
Requerente:	RENAN DUTRA – IPEM PR			
Interessado:	-----			
Endereço do Requerente:	Av das Maritacas, 1400 – Londrina - PR			
Caracterização da Amostra				
Amostra:	0009			
Identificação	Tecido 3 - 1 lavagem			
Entrada no Laboratório	07/01/15			
Data da Avaliação	15/01/15			
Resultados				
Ensaio			NORMA	
Método de ensaio para propagação de chama limitada: ignição da borda inferior			ASTM D 6413	
Direção	Tempo de pós-chama (s)	Tempo de incandescência (s)	Resíduos incandescentes	Comprimento de carbonização (cm)
Urdume 1	0	0	Não	
Urdume 2	0	0	Não	
Urdume 3	0	0	Não	
Urdume 4	0	0	Não	
Urdume 5	0	0	Não	
<b>Média</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Não</b>	<b>5</b>
Trama 1	0	0	Não	
Trama 2	0	0	Não	
Trama 3	0	0	Não	
Trama 4	0	0	Não	
Trama 5	0	0	Não	
<b>Média</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Não</b>	<b>3,7</b>

Fonte: Senai Cetiqt

Ao analisar a Tabela 4 o tecido com o tratamento químico e lavado por duas vezes, percebeu que o tecido no urdume se comportou bem em função do tempo e na trama e na trama, manteve em equilíbrio.

Tabela 4 – Tecido com Tratamento e lavado por duas vezes.

Dados do Cliente				
Requerente:	RENAN DUTRA – IPEM PR			
Interessado:	-----			
Endereço do Requerente:	Av das Maritacas, 1400 – Londrina - PR			
Caracterização da Amostra				
Amostra:	0010			
Identificação	Tecido 4 - 2 lavagens			
Entrada no Laboratório	07/01/15			
Data da Avaliação	15/01/15			
Resultados				
Ensaio			NORMA	
Método de ensaio para propagação de chama limitada: ignição da borda inferior			ASTM D 6413	
Direção	Tempo de pós-chama (s)	Tempo de incandescência (s)	Resíduos incandescentes	Comprimento de carbonização (cm)
Urdume 1	0	0	Não	
Urdume 2	0	0	Não	
Urdume 3	0	0	Não	
Urdume 4	0	0	Não	
Urdume 5	0	0	Não	
<b>Média</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Não</b>	<b>3,4</b>
Trama 1	0	0	Não	
Trama 2	0	0	Não	
Trama 3	0	0	Não	
Trama 4	0	0	Não	
Trama 5	0	0	Não	
<b>Média</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Não</b>	<b>5,0</b>

Fonte: Senai Cetiqt

Ao analisar a Tabela 5 o tecido com o tratamento químico e lavado por oito vezes, percebeu que o tecido na trama e no urdume obteve o mesmo comportamento.

Tabela 5 – Tecido com Tratamento e lavado por oito vezes.

Dados do Cliente				
Requerente:	RENAN DUTRA – IPEM PR			
Interessado:	.....			
Endereço do Requerente:	Av das Maritacas, 1400 – Londrina - PR			
Caracterização da Amostra				
Amostra:	0011			
Identificação	Tecido 5 - 8 lavagens			
Entrada no Laboratório	07/01/15			
Data da Avaliação	15/01/15			
Resultados				
Ensaio			NORMA	
Método de ensaio para propagação de chama limitada: ignição da borda inferior			ASTM D 6413	
Direção	Tempo de pós-chama (s)	Tempo de incandescência (s)	Resíduos incandescentes	Comprimento de carbonização (cm)
Urdume 1	0	0	Não	
Urdume 2	0	0	Não	
Urdume 3	0	0	Não	
Urdume 4	0	0	Não	
Urdume 5	0	0	Não	
<b>Média</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Não</b>	<b>4,8</b>
Trama 1	0	0	Não	
Trama 2	0	0	Não	
Trama 3	0	0	Não	
Trama 4	0	0	Não	
Trama 5	0	0	Não	
<b>Média</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Não</b>	<b>3,8</b>

Fonte: Senai Cetiqt

Ao analisar a Tabela 6 o tecido com o tratamento químico e lavado por quinze vezes, percebeu que o tecido na trama e no urdume tiveram comportamento parecido.

Tabela 6 – Tecido com Tratamento e lavado por quinze vezes.

Dados do Cliente				
Requerente:	RENAN DUTRA – IPEM PR			
Interessado:	.....			
Endereço do Requerente:	Av das Maritacas, 1400 – Londrina - PR			
Caracterização da Amostra				
Amostra:	0012			
Identificação	Tecido 6 - 15 lavagens			
Entrada no Laboratório	07/01/15			
Data da Avaliação	15/01/15			
Resultados				
Ensaio			NORMA	
Método de ensaio para propagação de chama limitada: ignição da borda inferior			ASTM D 6413	
Direção	Tempo de pós-chama (s)	Tempo de incandescência (s)	Resíduos incandescentes	Comprimento de carbonização (cm)
Urdume 1	0	0	Não	
Urdume 2	0	0	Não	
Urdume 3	0	0	Não	
Urdume 4	0	0	Não	
Urdume 5	0	0	Não	
<b>Média</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Não</b>	<b>5,6</b>
Trama 1	0	0	Não	
Trama 2	0	0	Não	
Trama 3	0	0	Não	
Trama 4	0	0	Não	
Trama 5	0	0	Não	
<b>Média</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Não</b>	<b>5,4</b>

Fonte: Senai Cetiqt



Ao analisar a Tabela 7, o tecido com o tratamento químico e lavado por vinte e nove vezes, percebeu que o tecido na trama e no urdume se comportaram bem em função do tempo.

Tabela 7 – Tecido com Tratamento e lavado por vinte e nove vezes.

Dados do Cliente				
Requerente:	RENAN DUTRA – IPEM PR			
Interessado:	-----			
Endereço do Requerente:	Av das Maritacas, 1400 – Londrina - PR			
Caracterização da Amostra				
Amostra:	0013			
Identificação	Tecido 7 - 29 lavagens			
Entrada no Laboratório	07/01/15			
Data da Avaliação	15/01/15			
Resultados				
Ensaio			NORMA	
Método de ensaio para propagação de chama limitada: ignição da borda inferior			ASTM D 6413	
Direção	Tempo de pós-chama (s)	Tempo de incandescência (s)	Resíduos incandescentes	Comprimento de carbonização (cm)
Urdume 1	0	0	Não	
Urdume 2	0	0	Não	
Urdume 3	0	0	Não	
Urdume 4	0	0	Não	
Urdume 5	0	0	Não	
<b>Média</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Não</b>	<b>4,5</b>
Trama 1	0	0	Não	
Trama 2	0	0	Não	
Trama 3	0	0	Não	
Trama 4	0	0	Não	
Trama 5	0	0	Não	
<b>Média</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Não</b>	<b>5,3</b>

Fonte: Senai Cetiqt

Ao analisar a Tabela 8 o tecido com o tratamento químico e lavado por trinta vezes, percebeu que o tecido na trama e no urdume não obteve sua área afetada como um todo.

Tabela 8 – Tecido com Tratamento e lavado por trinta vezes.

Dados do Cliente				
Requerente:	RENAN DUTRA – IPEM PR			
Interessado:	-----			
Endereço do Requerente:	Av das Maritacas, 1400 – Londrina - PR			
Caracterização da Amostra				
Amostra:	0014			
Identificação	Tecido 8 - 30 lavagens			
Entrada no Laboratório	07/01/15			
Data da Avaliação	15/01/15			
Resultados				
Ensaio			NORMA	
Método de ensaio para propagação de chama limitada: ignição da borda inferior			ASTM D 6413	
Direção	Tempo de pós-chama (s)	Tempo de incandescência (s)	Resíduos incandescentes	Comprimento de carbonização (cm)
Urdume 1	0	0	Não	
Urdume 2	0	0	Não	
Urdume 3	0	0	Não	
Urdume 4	0	0	Não	
Urdume 5	0	0	Não	
<b>Média</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Não</b>	<b>5,5</b>
Trama 1	0	0	Não	
Trama 2	0	0	Não	
Trama 3	0	0	Não	
Trama 4	0	0	Não	
Trama 5	0	0	Não	
<b>Média</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Não</b>	<b>6,4</b>

Fonte: Senai Cetiqt

A Tabela 9 mostra uma análise comparativa, do tecido analisado no sentido da trama com a amostra padrão (tecido tratado sem lavagens)

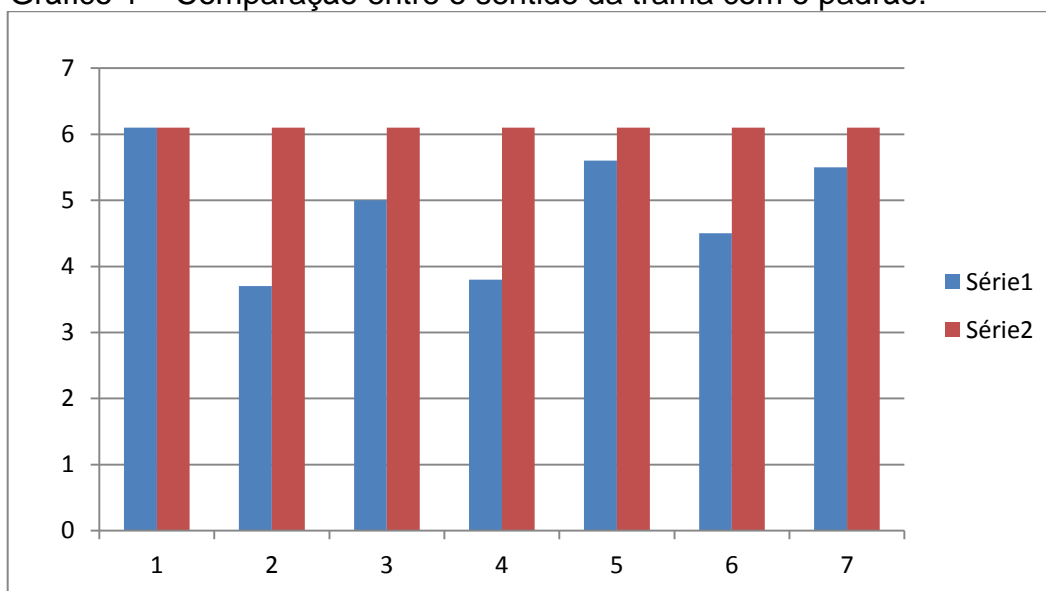
Tabela 9 – Comparação entre o sentido da trama com o padrão.

Número de Lavagens	Trama (cm)	Tecido sem lavagens (padrão)
0	6,1	6,1
1	3,7	6,1
2	5	6,1
5	3,8	6,1
8	5,6	6,1
29	4,5	6,1
30	5,5	6,1

Fonte: Autor

Gráfico 1, mostra uma análise comparativa, do tecido analisado no sentido da trama (série 1) com a amostra padrão (série 2, tecido tratado sem lavagens).

Gráfico 1 – Comparação entre o sentido da trama com o padrão.



Fonte: Autor

A Tabela 10 mostra uma análise comparativa, do tecido analisado no sentido do Urdume com a amostra padrão (tecido tratado sem lavagens)

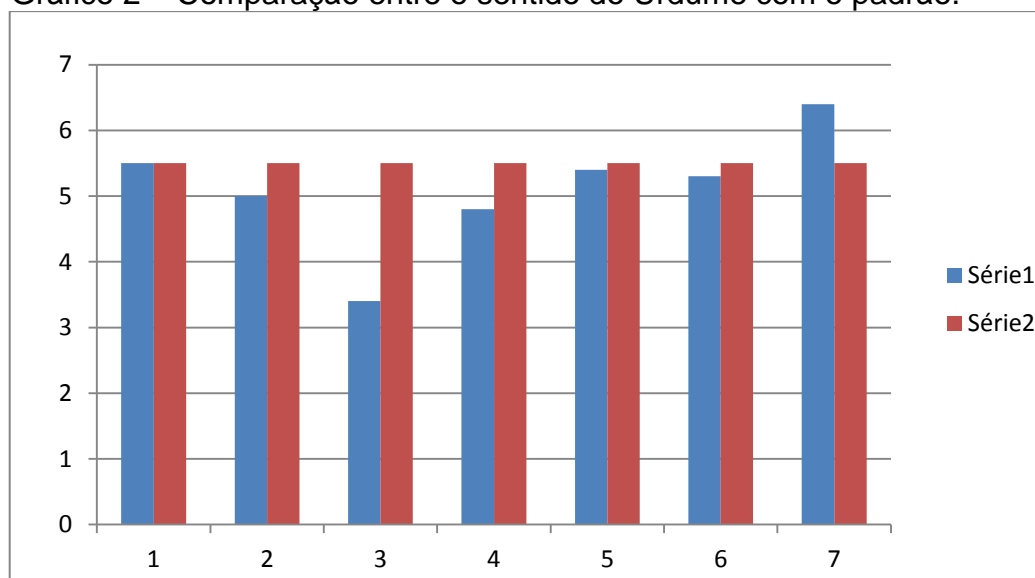
Tabela 10 – Comparação entre o sentido do urdume com o padrão.

Número de Lavagens	Urdume (cm)	Tecido sem lavagens (padrão)
0	5,5	5,5
1	5	5,5
2	3,4	5,5
5	4,8	5,5
8	5,4	5,5
29	5,3	5,5
30	6,4	5,5

Fonte: Autor

Gráfico 2, mostra uma análise comparativa, do tecido analisado no sentido do urdume (Série1) com a amostra padrão (série 2, tecido tratado sem lavagens).

Gráfico 2 – Comparação entre o sentido do Urdume com o padrão.



Fonte: Autor

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO

Ao analisar todos os gráficos observou se que para compreender melhor o comportamento das fibras após várias lavagens, necessita de um estudo mais detalhado de ensaios de Flamabilidade e fazer uma análise estatística do mesmo e conseqüentemente aumentarem o número de lavagens.

Verificou se também que o material se comportou muito bem perante as 30 lavagens que podem ser explicadas por ligações de ligação de hidrogênio do material químico com as hidroxilas presente na fibra de algodão.

O laboratório do SENAI CETIQT explica por laudos anteriores que esse material se degrada após uma variável de 50 lavagens.

Fica como sugestão, para trabalhos futuros. Testar essas 50 lavagens e fazer um estudo estatístico, fazer essa análise também e outras fibras, como: poliéster, linho, lã, Aramida. E analisar o comportamento das mesmas.

Conclui-se então que após as 30 lavagens o tecido 100% algodão encontra se apto ao uso cotidiano do trabalhador e que se invista ainda mais nesse estudo, para verificar se após essas lavagens o comportamento desse material, será ainda adequado.

Verificou se ainda que o uso do EPI seja de extrema importância para as pessoas que estão expostas a riscos. Fazendo assim com que o torne obrigatório e fundamental para garantir a saúde e a proteção do trabalhador, evitando conseqüências negativas em casos de acidentes de trabalho. Além disso, é importante que as pessoas envolvidas no meio de trabalho estejam atentas ao manuseio, armazenagem e substituição do mesmo.

## REFERÊNCIAS

- ABIPET. **Associação Brasileira da indústria do Pet.** Disponível em: <<http://www.abipet.org.br/index.html>>. Acesso em: 29 agos. 2014.
- ABNT. **NBR12744: Fibras Têxteis-Classificação.** Rio de Janeiro: ABNT, 1992. 08p.
- ALBUQUERQUE, F.F; **Controle de qualidade na Indústria de Fiação e tecelagem.** Vol. I e II. SENAI, Rio de Janeiro, 1988.
- ANTONIO FERREIRA VERGA FILHO. Conselho Regional de Química - IvRegião (sp). **Segurança em laboratório químico.** Campinas: Crq, 2008. Disponível em: <[www.crq4.org.br](http://www.crq4.org.br)>. Acesso em: 03 out. 2014
- ARAÚJO, Mário e CASTRO, E. M. de Melo. **Manual de engenharia têxtil.** Lisboa: Fundação CalousteGulbenkian, 1984. V.1.
- ASTM.**American Society for Testing and Materials.** Disponível em: <<http://www.astm.org>>. Acesso em: 05 jan.2015.
- BNDS. **Banco Nacional de Desenvolvimento.** Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES>>. Acesso em: 21 jun.2014.
- BRAGA, Edi. **Ciências das Fibras.** Rio de Janeiro: Autor, 2011.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR06 – Equipamento de Proteção Individual.** Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 1996. Disponível em: < <http://portal.mte.gov.br>>. Acesso em: 07 Nov. 2014.
- CASTILHO, Cristiam. **Tecelagem2. Rio de Janeiro.** Autor, 2011.
- CONAB.**Companhia Nacional de Abastecimento.** Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 21 jun.2014.
- NUNES, Flávio de Oliveira. **Segurança e Saúde no Trabalho:** Esquematizada. São Paulo: Método, 2012.
- PEIXOTO, André. **Beneficiamento Têxtil III. Rio de Janeiro:** Autor, 2011.
- SENAI CETIQT. **Centro de tecnologia da Indústria Química e têxtil.** Disponível em: <<http://www.senai.cetiqt.br>>. Acesso em: 05 jan.2015.
- SILVA, Marcilene Ourives da. **MAPEAMENTO DOS RISCOS AMBIENTAIS EM INSTITUIÇÃO PÚBLICA.** 2009. 43 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento de Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2009