

# **CENTRO PAULA SOUZA**

---

**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE AMERICANA**

**Curso Superior de Tecnologia em Produção Têxtil**

## **APLICAÇÃO DE VESTIMENTAS TÊXTEIS EM MÁQUINAS DE FABRICAÇÃO DE PAPEL**

**Telas formadoras e secadoras**

**LUANA MARIA PARUSSOLO DO BONFIM**

**6° SEMESTRE - NOTURNO**

**Americana, SP**

**2014**

# CENTRO PAULA SOUZA

---

FACULDADE DE TECNOLOGIA DE AMERICANA

Curso Superior de Tecnologia em Produção Têxtil

## **APLICAÇÃO DE VESTIMENTAS TÊXTEIS EM MÁQUINAS DE FABRICAÇÃO DE PAPEL**

**Telas formadoras e secadoras**

**LUANA MARIA PARUSSOLO DO BONFIM**

e-mail: [luana.parussolo@gmail.com](mailto:luana.parussolo@gmail.com)

Trabalho de graduação apresentado como exigência parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Produção Têxtil pelo CEETEPS/Faculdade de Tecnologia – FATEC/ Americana sob a orientação do Prof.º Me. Alex Paulo Siqueira Silva.

Área de concentração: Tecidos Técnicos

Americana, S. P.

2014

Bonfim, Luana Maria Parussolo do

B696a            Aplicação de vestimentas têxteis em máquinas de fabricação de papel: telas formadoras e secadoras. / Luana Maria Parussolo do Bonfim. – Americana: 2014.

50f.

Monografia (Graduação em Tecnologia Têxtil). - -  
Faculdade de Tecnologia de Americana – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza.

Orientador: Prof. Me. Alex Paulo Siqueira Silva

1. Tecidos técnicos I. Silva, Alex Paulo Siqueira II.  
Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza –  
Faculdade de Tecnologia de Americana.

CDU: 677.076.4

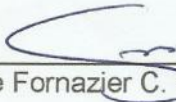
LUANA MARIA PARUSSOLO DO BONFIM

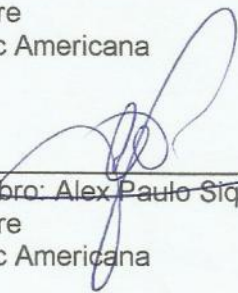
RA - 0040081213038

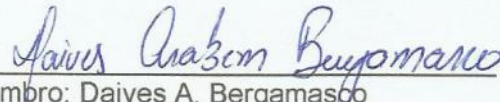
**APLICAÇÃO DE VESTIMENTAS TÊXTEIS EM  
MÁQUINAS DE FABRICAÇÃO DE PAPEL**  
**Telas formadoras e secadoras**

Trabalho de conclusão de curso aprovado como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo no curso de Produção Têxtil da Faculdade de Tecnologia de Americana.

**Banca Examinadora:**

  
\_\_\_\_\_  
Presidente: José Fornazier C. Sampaio  
Mestre  
Fatec Americana

  
\_\_\_\_\_  
Membro: Alex Paulo Siqueira Silva  
Mestre  
Fatec Americana

  
\_\_\_\_\_  
Membro: Daives A. Bergamasco  
Especialista  
Fatec Americana

Americana, dezembro de 2014.

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, meu namorado, minha família e amigos por terem me ajudado a concluir mais esta jornada, pelos incentivos que me foram transmitidos, pelos esforços prestados, e agradeço a Deus por ter me concedido a oportunidade de lutar por um futuro melhor.

## RESUMO

Esse trabalho tem como objetivo geral abordar a formação, a aplicação e as características essenciais de um tecido técnico utilizado em máquina para fabricar papel, sendo esse tecido classificado no grupo de vestimentas para máquinas e denominado como tela. Apresentará dois têxteis técnicos (telas) com características e aplicações diferentes, as quais são formadoras, que tem como objetivo formar o papel e a tela secadora, que tem a função de auxiliar a secagem do papel. Como metodologia, foram realizadas discussões com especialistas da área agregando ao conteúdo e também foram coletadas amostras para análise e entendimento.

**Palavras-chave:** Tecidos técnicos; vestimenta; tela.

## ABSTRACT

*That work has general aim to accost the formation, the application and essential characteristic of a technical fabric, used in paper machine, this fabric is classified in woven group e called as fabric. Will present two technical textile (fabric) with different characteristics and applications, the “forming fabrics” has the aim to forming the paper and the “drying fabrics”, aims to auxiliary in the drying of the paper. The methodology, were performed brief discussions with experts of that area, which aggregated content, and also samples for analysis and understanding were collected.*

**Keywords:** Technical Textiles; cloth; fabric,

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1 – Classificação das Fibras Têxteis .....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 2 – Classificação dos Fios .....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 3 – Exemplo de Fios .....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 4 – Princípio do Tear e ligamento .....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 5 – Estrutura da malha por trama .....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 6 – Vista Geral da Máquina de Fabricação de Papel.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 7 – Vista detalhada da Máquina de Fabricação de Papel.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 8 – Ligamento.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 9 – Pontos do tecido com camada única.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 10 – Tela Monocamada.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 11 – Tecido com duas camadas .....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 12 – Tecidos com três camadas .....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 13 – Tela Formadora dupla camada – Face superior .....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 13.1 – Tela Formadora dupla camada – Face inferior.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 14 – Funcionamento da Tela Secadora .....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 15 – Tela secadora monocamada.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 15.1 – Tela Secadora dupla camada.....</i>	<i>46</i>



## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	10
1.1 Justificativa .....	12
1.2 Objetivo Geral .....	12
1.3 Metodologia .....	12
2. TÊXTEIS TÉCNICOS.....	13
2.1 Definição.....	13
2.2 Histórico.....	13
2.3 Matéria Prima .....	14
2.3.1 Fibras .....	14
2.3.1 Fios .....	15
2.4 Estrutura dos Tecidos Técnicos.....	17
2.5 Processos de transformação / acabamento .....	20
2.6 Aplicações e usos finais .....	22
3. TÊXTEIS TÉCNICOS PARA INDÚSTRIA PAPELEIRA .....	24
3.1Histórico .....	24
3.2 Máquina de fabricação de papel.....	24
3.3 Vestimentas / Telas .....	25
3.3.1Características da tela.....	27
3.3.1.1Estrutura.....	27
3.3.1.2 Permeabilidade do ar .....	30

3.3.2 Matéria prima.....	30
3.3.3 Fluxograma de produção das telas.....	33
3.3.4 Telas formadoras .....	35
3.3.4.1 Seção de Formação de folha .....	35
3.3.4.2 Processo de Formação da Folha .....	37
3.3.4.3 Tela formadora.....	37
3.3.5 Tela Secadora.....	41
3.3.5.1 Secagem da folha .....	41
3.3.5.2 Conceitos importantes na secagem .....	42
3.3.5.3 Tela Secadora.....	44
3.3.5.4 Estrutura do tecido .....	44
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	47
REFERÊNCIAS.....	50

## 1. INTRODUÇÃO

O foco principal desse projeto é abordar o processo de fabricação de um produto específico e suas principais características, sendo esse um têxtil técnico que é utilizado em máquinas destinadas a produzir todos os tipos de papel, desde folhas de baixa gramatura, como a de papel higiênico, até a de alta gramatura, como a de papelão para caixas.

De acordo com Araújo, Figueiro, e Hong (2000) Os têxteis técnicos são estruturas especificamente projetadas e desenvolvidas para utilização em produtos, processos ou serviços de quase todas as áreas industriais. De acordo com esta definição, um têxtil técnico pode ser utilizado de três formas diferentes:

- a) como componente de outro produto contribuindo diretamente para sua resistência, desempenho e outras propriedades (ex.: materiais compostos reforçados por têxteis);
- b) como ferramenta na produção de outro produto (ex.: filtro têxteis na indústria alimentar);
- c) isoladamente, desempenhando uma ou várias funções específicas (ex.: geotêxteis).

Araújo, Figueiro e Hong (2000: 15) ainda destacam que “os têxteis técnicos são desenvolvidos para desempenhar funções específicas de acordo com os requisitos da aplicação. As especificações são normalmente muito exigentes, pois a falha poderá ter impactos catastróficos”.

“A indústria de papel utiliza grandes quantidades de materiais têxteis de alto desempenho”. ARAÚJO, FANGUEIRO e HONG, (2001: 61).

Trabalhando na área, pode se afirmar que esses tecidos também são agregados no grupo de vestimentas e são compostos por monofilamentos de fibras sintéticas de elevado desempenho, sendo poliéster e poliamida de espessura entre 0,10 mm e 0,75 mm já que é extremamente importante a resistência do tecido.

Para entender como essas vestimentas são utilizadas é preciso entender em que etapa do processo elas participam na máquina de papel: a massa celulósica em modos gerais contem x% água e y% fibras de celulose, essa quantidade de água necessita ser retirada do processo, mas não de forma

severa, e sim de maneira regular, neste ponto o tecido técnico nomeado vestimenta formadora é utilizada, como uma espécie de filtro que fica em movimento contínuo na máquina de papel, onde a massa celulósica é colocada sobre ele, ocorrendo o desaguamento através de seus interstícios, ficando sobre o tecido as fibras de celulose e uma quantidade de umidade, ainda neste processo o papel é prensado sobre os feltros, onde retira boa parte desta umidade residual.

Com uma pequena quantidade de umidade o papel segue na direção de fabricação da máquina, e chega a uma bateria de secaria, nesse setor estão as vestimentas denominadas como secadoras, que recebem o papel e auxiliam na retirada da umidade residual, através de vapores que atravessam seus interstícios, esta secagem é feita gradativamente, ou seja, cada secadora permite a passagem de uma certa quantidade de vapor, isto é conseguido por meio da densidade da vestimenta, as primeiras permitem uma passagem menor de vapor e sucessivamente as demais permitem uma passagem durante o processo, isto é necessário para não marcar o papel durante o processo de secagem.

É importante salientar que essa pesquisa terá foco nas vestimentas secadoras e formadoras.

Embora o mundo viva em uma era digital, onde a utilização do papel é muito questionada, há quem afirma que um dia ele irá acabar e tudo será feito por computadores, mas para o engenheiro químico, angolano, Carlos Alberto Farinha e Silva, vice-presidente da Pöyry Tecnologia, assegura-se que isso não deve acontecer, acrescenta que o papel continuará sendo material de base utilizado diariamente na vida das pessoas, porém a indústria papelreira terá que se adaptar aos novos hábitos de consumo do público digital. (O papel na era digital. *Referência Celulose & Papel*. Curitiba, ano VI, 2013.

### **1.1 Justificativa**

Diante do pouco material encontrado sobre têxteis técnicos utilizados em máquinas para formação de papel, será abordado nesse projeto à fabricação dos têxteis técnicos para formação do papel e secagem, as principais características, as matérias primas para cada produto, sendo assim o estudo contribuirá com informações para pesquisadores, estudantes, empresas do ramo e à comunidade acadêmica no geral para o aperfeiçoamento desses material no que tange a qualidade e otimização do processo de fabricação.

### **1.2 Objetivo Geral**

O objetivo desse projeto é apresentar as propriedades, utilizações, produção e a aplicação dos têxteis técnicos nas indústrias de papeis, descrevendo os efeitos na propriedade do papel e também servindo como base de estudo e pesquisas.

### **1.3 Metodologia**

Para a elaboração do projeto, foram realizadas pesquisas bibliográficas em diversos livros, revistas e artigos, entrevista com profissional da área de fabricação das vestimentas, visita na indústria papeleira, coleta de amostras dos têxteis técnicos para análise e entendimento.

## 2. TÊXTEIS TÉCNICOS

Iniciando esse capítulo referente aos têxteis técnicos será apresentada uma definição, bem como o histórico, as matérias primas utilizadas suas demais características nos parágrafos subsequentes.

### 2.1. Definição

De acordo com ABINT – Associação Brasileira das Indústrias de Não Tecidos e Tecidos Técnicos (2003) Têxteis técnicos são materiais constituídos de matérias primas na forma de fibras, fios, filamentos, etc., nos mais diferentes arranjos (flocos, fios, tecidos, não tecidos) com aplicações que necessitem performance bem determinada, visando praticidade, segurança, economia e durabilidade definida.

Ainda neste contexto Horrocks e Anand (2000) cita a definição de têxteis técnicos adotados pela autoridade têxteis Termos e Definições, publicado pelo Instituto Têxtil, é 'matérias têxteis e produtos fabricados principalmente por suas propriedades técnicas e performance ao invés de suas características estéticas ou decorativas'.

De acordo com Araújo, Fangueiro, e Hong (2000) Os têxteis técnicos são desenvolvidos para desempenhar funções específicas de acordo com os requisitos da aplicação. Também afirmam que os materiais utilizados dependem das aplicações específicas e do desempenho necessário, sendo assim utilizam-se fibras de alto desempenho na produção dos têxteis técnicos.

### 2.2 Histórico

De acordo com Dinah Bueno Pezzolo (2009) Durante muito tempo o uso de têxteis permaneceu restrito ao vestuário e à decoração. Com o advento das fibras sintéticas, novos horizontes foram se abrindo, e hoje os novos tecidos estão presentes na vida diária das pessoas, por suas vantagens, e também – principalmente – em outros setores de atividades que exijam qualidades específicas em matéria de resistências mecânica e térmica ou de durabilidade. Agricultura, arquitetura, medicina, aeronáutica, área espacial, proteção de pessoas e ambientes, esporte, lazer... São inúmeros os segmentos que usufruem dos novos tecidos, também chamados de "têxteis técnicos".

O desenvolvimento dos têxteis técnicos veio da necessidade de suprir o mercado com produtos que satisfizessem exigências além das convencionais.

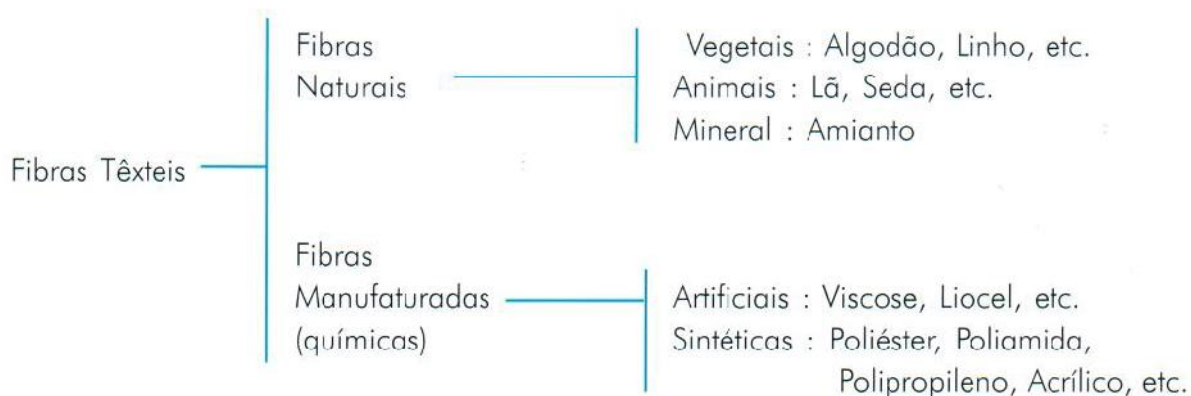
## 2.3 Matéria Prima

De fato os têxteis técnicos necessitam de fibras e fios de alto desempenho, portanto é preciso analisar e discriminar essas matérias prima que são extremamente fundamentais neste segmento.

Conforme ARAÚJO, FANGUEIRO e HONG, (2000: 37) "Os têxteis técnicos utilizam uma variada gama de fibras têxteis, desde fibras naturais, como algodão, até as fibras sintéticas, como poliéster e o nylon, passando pelas fibras artificiais, como a viscose".

Segundo ABINT Manual de Têxteis Técnicos, (2003: 15) "no que se refere à fibra, fios e filamentos, as matérias primas são classificadas segundo a norma ABNT NBR 12744 – Fibras Têxteis – Classificação; dividem-se em fibras naturais e manufaturas":

**Figura 1: Classificação Fibras Têxteis**



**Fonte: Manual de Têxteis Técnicos – ABINT**

### 2.3.1 Fibras

ARAÚJO, FANGUEIRO e HONG, 2000 afirmam que nos têxteis técnicos são utilizadas fibras de alto desempenho com características superiores para aplicações gerais nos têxteis técnicos são chamadas super fibras. Estas fibras possuem uma resistência e módulo que excedem largamente as fibras sintéticas convencionais. Em geral, têm uma resistência de 1836 cN/Tex e um módulo de 4592 cN/Tex, ou superior, enquanto que a resistência das fibras convencionais aplicadas no vestuário é de 413 a 597 cN/Tex.

Dentro das super fibras incluem-se as de carbono, aramida, flúor, boro, metálicas, poliacetal, entre outras.

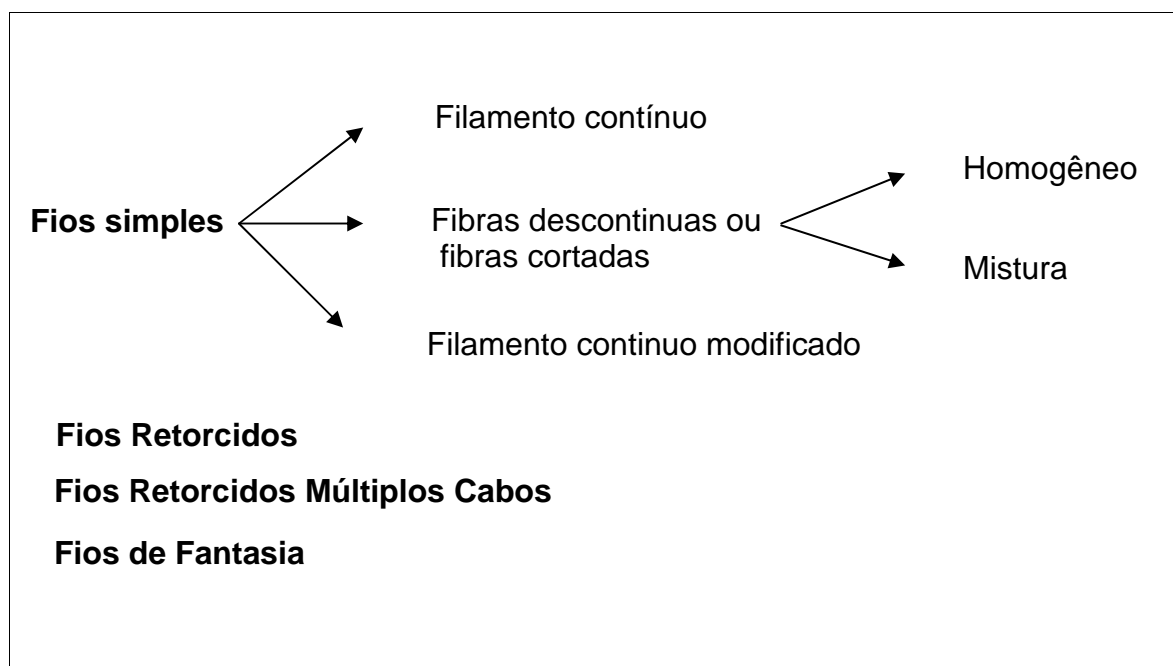
### 2.3.2 Fios

De acordo com ARAÚJO, FANGUEIRO e HONG, (2000: 47) “Os fios podem ser considerados estruturas finas e longas capazes de serem montadas ou entrelaçadas de forma a produzir artigos têxteis. Os fios podem ser produzidos diretamente a partir de filamentos contínuos ou fiados de fibras descontínuas”.

Horrocks e Anand (2000) ainda neste contexto, afirmam que Fios técnicos são produzidos para a fabricação de tecidos técnicos. Eles possuem características funcionais específicas para o uso final. Isto pode ser conseguido por meio de técnicas de produção de fios especiais, ou através da seleção de misturas de fibras especiais ou ainda, pela combinação de ambas.

Os fios podem ser classificados:

**Figura 2: Classificação dos fios**



Fonte: Têxteis Técnicos – Novo Milênio V.1



Ainda ABINT Manual dos Têxteis Técnicos afirmam que as características necessárias das matérias primas que determinam o desempenho dos têxteis técnicos são:

Resistência à Ruptura – a força que a fibra, fio ou filamento suporta até atingir a ruptura, sendo essa força aplicada no sentido longitudinal.

Alongamento – aumento no sentido do comprimento que a matéria prima sofre quando submetida a esforço nesse sentido.

Elasticidade – capacidade que a matéria prima possuem de recuperar total ou parcialmente, o seu comportamento inicial, após a cessação da força que a retornava.

Tenacidade – força por unidade do título, necessária para romper a fibra, fio ou filamento (gf/tex ou cN/tex).

Flexibilidade – capacidade de a matéria prima dobrar-se a pequenos esforços.

Rigidez – capacidade da fibra, fio ou filamento de resistir à flexão.

Resiliência – propriedade que a matéria prima tem de voltar ao seu estado original, assim que retirada a carga ou a força que a comprimia.

Resistência à Abrasão – capacidade de ser desgastada quando submetida a atrito.

Tendência à formação de pilling – característica de formação de pilling com maior ou menor facilidade.

Higroscopicidade – capacidade de absorver e reter a umidade.

Umidade – percentual de água que o material possui em relação ao seu peso úmido.

Regain – percentual que o material possui em relação ao seu peso seco.

Resistência a Fungos e Insetos – característica da reação ou não da fibra aos fungos.

Resistência a Intempéries – característica de comportamento das fibras, fios ou filamentos às intempéries (luz, chuva, vento, etc).

Afinidade Tintorial – características de tingimento e reações a corantes.

Comportamento aos Ácidos – característica da reação ou não da fibra, fio ou filamento a tratamentos e contatos com ácidos.

Comportamento aos Álcalis – característica do material de ser ou não atacados por álcalis.

Comportamento aos Oxidantes e Redutores – característica da reação ou não da matéria prima a tratamentos ou contatos com oxidantes ou redutores.

Conforme abordado de forma prévia anteriormente, os têxteis técnicos possuem diversas características em relação à matéria prima que os compõem. Contudo podem interferir no que se refere a estruturas dos tecidos técnicos que são produzidos de varias maneiras e com características diversas, dessa forma será abordado e exemplificado as diferentes estruturas destes tecidos.

## **2.4 Estruturas dos Tecidos Técnicos**

De acordo com ARAÚJO, FANGUEIRO e HONG, (2000: 57) “As estruturas têxteis têm grande importância nos têxteis técnicos. As quatro principais tecnologias têxteis que tem sido utilizadas na produção de têxteis técnicos são a tecelagem plana, tricotagem, as técnicas de produção de não tecidos e as técnicas de entrelaçamento.”

Ainda segundo o Manual de Têxteis Técnicos – ABINT (2003) afirmam “que os têxteis técnicos podem ser fabricados na forma de”:

- a) Flocos de Fibras: material agregado de fibras, classificadas segundo a ABNT NBR 12744.

Exemplos: algodão hidrófilo, fibras de enchimento.

- b) Fios, Filamentos, cabos, tiras e cordas: têxteis lineares que são classificados não só pelo tipo de matéria prima que compõe o material, mas também pela densidade linear, que é seu título (ABNT NBR 13214), torção, resistência à tração, etc.

Ex: fios de sutura, linha de costura, fio dental, cordas e cabos de amarração naval.

**Figura 3: Exemplo de fios.**

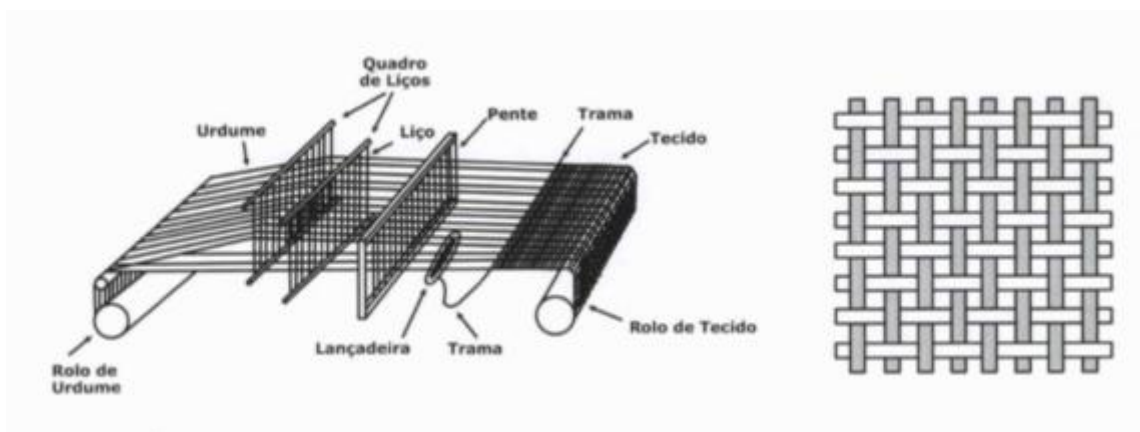


**Fonte: Manual dos Têxteis Técnicos – ABINT**

- c) Tecidos Planos: têxteis resultantes do entrelaçamento de fios de trama e fios de urdume, a um ângulo aproximadamente de 90°, podem ser classificados por sua gramatura (ABNT NBR 10589), densidade de fios por centímetro (ABNT NBR 10588), ligamento entre fios (ABNT NBR 13460), resistência à tração (ABNT NBR 11912 e ABNT NBR 14727).

Exemplos: lonas, slings.

Figura 4: Princípio do tear e ligamento.

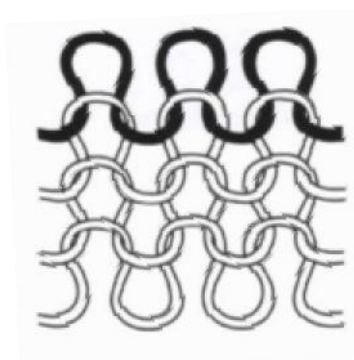


Fonte: Manual dos Têxteis Técnicos – ABINT

- d) Tecidos de malha por trama: têxteis resultantes do entrelaçamento de um único grupo de fios entre si através de laçadas no sentido da largura do tecido podem ser classificados por gramatura (ABNT NBR 10581), densidade de carreiras e cursos (ABNT NBR 12060), ligamentos (ABNT NBR 12546), resistência ao estouro (ABNT NBR 13384).

Ex: embalagem de moveis, base têxtil para borracha usada em diafragmas de bombas de combustível.

Figura 5: Estrutura da malha por trama.



Fonte: Manual dos Têxteis Técnicos – ABINT

- e) Tecidos por malha de urdume: têxteis resultantes do entrelaçamento de um único grupo entre si no sentido do comprimento do tecido podem ser classificados por gramatura (ABNT NBR 10581), densidade de carreiras e curso (ABNT NBR 12060), resistência ao estouro (ABNT NBR 13384).

Ex: coberturas, próteses musculares.

- f) Não tecidos: estrutura plana flexível e porosa, constituída de véu ou manta de fibras, ou filamentos, orientados direcionalmente ou ao acaso, consolidada por processo mecânico (fricção) e/ou químico (adesão) e/ou térmico (coesão) ou combinações destes (ABNT NBR 13370).

Ex: filtros, geotêxteis, mantas de isolamento acústico

Analisados os diferentes tipos de estruturas dos têxteis técnicos, devem ser levadas em conta também a forma de acabamento e de transformação dos materiais criados, aumentando assim a gama de aplicações finais.

## **2.5 Processos de transformação / acabamento**

De acordo com MICHAEL e HALL, 2003 “O nome acabamentos têxteis abrange na grande variedade de atividades, que são realizadas em produtos têxteis antes de chegarem ao cliente final. Elas podem ser temporárias ou permanentes, como no caso de um tecido com retardante de chamas. No entanto, todo o processo de acabamento é projetado para aumentar a atratividade ou manutenção do produto têxtil”.

A classificação dos processos segundo o Manual dos Têxteis Técnicos – ABINT (2003) são:

**Adesivado:** processo aplicado a materiais têxteis que mantém a fixação entre fibras, fios ou têxteis de superfície pela aplicação de adesivos.

**Alvejado:** processo aplicado para branquear fibras, fios ou superfície através de banhos oxidativos ou redutivos, ou de alvejantes óticos.

**Chamuscado:** processo aplicado com o objetivo de queimar fibrilas superficiais que reduzem o desempenho para determinadas aplicações.

**Coating:** processo de transformação de materiais no qual aplicam-se resinas poliméricas sobre uma base têxtil, seja tecido plano, tecido de malha ou não tecido.

**Confeccionado:** processo de transformação de materiais têxteis visando unir partes de materiais têxteis por costuras com linha, por adesivos ou por costura ultra-sônica, a fim de receber uma forma específica à aplicação final.

**Dublado:** processo de sobreposição de superfícies têxteis objetivando aspectos estéticos, funcionais, etc. Este procedimento pode ser por aplicação de adesivos ou por temperatura.

**Estampado:** processo de aplicação de imagens na forma de desenhos ou textos em superfícies têxteis por inclusão de corantes ou pigmentos ou corrosão de fibras ou corantes à superfície.

**Esterilizado:** processo de eliminação de elementos patogênicos de materiais.

**Garzeado:** processo que visa o levantamento de fibrilas de superfície de têxteis, pela aplicação de contato com guarnição de pontos de arames ou pela aplicação de escovas de alta velocidade.

**Laminado:** aplicação de cobertura e/ou sobreposições de materiais resinados ou têxteis.

**Lixado:** processo aplicado através de tambor ou cilindros recobertos de lixas, com o objetivo de romper e fibrilar fibras que se encontrem na parte mais externa da superfície, oferecendo um tato aveludado com fins técnicos ou estéticos.

**Navalhado:** processo aplicado através de cilindros com navalhas axiais ou helicoidais, com o objetivo de eliminar fibrilas superficiais do material têxtil.

**Resinado:** aplicação de monômeros em pó ou líquidos viscosos sobre fibras ou têxteis de superfície, para posteriormente polimerizar esse material e obter resultados específicos ao tipo de resina aplicada.

**Tinto:** processo de aplicação de coloração total em fibras, fios ou têxteis de superfície.

## 2.6 Aplicações e usos finais

ARAÚJO, FANGUEIRO e HONG, (2000: 31) afirmam que “Os têxteis técnicos são utilizados em aplicações como, a indústria de transporte, construção civil, artigos de aplicação medica, vestuário de proteção, artigos militares, filtros, etc”.

ABINT ainda confirma a aplicação do têxteis técnicos em:

Agribusiness: proteção do solo, paisagismo, proteção de mudas, proteção de raízes, etc.

Agricultura: redes de pesca, redes de criação de mariscos, etc.

Automobilística: pneus, cintos de segurança, isolamento acústicos, revestimentos de bancos, revestimento de tetos e laterais, filtros, etc.

Calçados: cabedal, forros, palmilhas, contraforte, etc.

Coberturas: lonas para armazéns de estocagem, lonas para proteção de carga e locais de eventos, etc.

Compósitos: reforço de materiais para artefatos tridimensionais, coletes à prova de bala, blindagem de veículos, etc.

Construção civil: mantas de contenção de erosão, geotêxteis, geogrelhas, impermeabilização de lajes, isolante térmico e acústico, cortinas de proteção, etc.

Ecologia: mantas contra erosão, contentores de poluição no mar, lagos e rios, filtração, barreiras infláveis para peixes e plantas, etc.

Embalagens: bigbags, embalagens de mobiliário, embalagem de alimentos, etc.

Esportes: redes, cordas, cabos, roupas de alto desempenho, etc.

Filtração: elementos filtrantes para gases, líquidos e sólidos (peneiras), etc.

Industrial: lixas, cabos, cordas, material de polimento, sacos de lavagem, etc.

Infláveis: salva-vidas, para diversão (pula-pula), escorregador de passageiros em aviões, air bags, etc.

Saúde: aplicação odonto-médico hospitalar e de higiene pessoal, etc.

Transporte: malas, sacolas, malotes, esteiras, cintas de amarração, cintas de elevação, cordas e cabos, etc.

Revestimentos Institucionais: de pisos, divisórias e paredes, etc.

Roupas de segurança: tecidos de linhas de costura com desempenhos específicos para a segurança do profissional, etc.

Com base nas informações apresentadas, há aplicações em diversas áreas para os têxteis técnicos, seja no transporte, saúde, industrial, entre outras. Com foco no trabalho será abordado no próximo capítulo as aplicações dentro do contexto da produção do papel, bem como suas técnicas, estruturas e aplicações práticas.



### 3. TÊXTEIS TÉCNICOS PARA INDÚSTRIA PAPELEIRA

Esse capítulo aborda a aplicação do têxtil técnico na indústria papeleira, atuando na máquina de fabricação do papel, sendo descrito as etapas de fabricação e suas principais características.

Inicialmente é necessário entender o princípio da máquina de fabricação do papel, para depois compreender a função do têxtil técnico na máquina.

#### 3.1. Histórico

Pires e Kuan (1988) afirmam que até o século XVIII, as folhas de papel eram feitas manualmente. O operário imergia uma tela, fixa em moldura de madeira, em um tanque contendo suspensão de fibras, formando uma folha que em seguida era seca ao ar.

Em 1799, o francês Louis Nicolás Robert inventou uma máquina que possibilitava a formação de uma folha de papel com comprimento infinito. Era constituída de madeira e possuía uma tela de tecido suspensa por roletes, na qual era lançada uma suspensão de fibras.

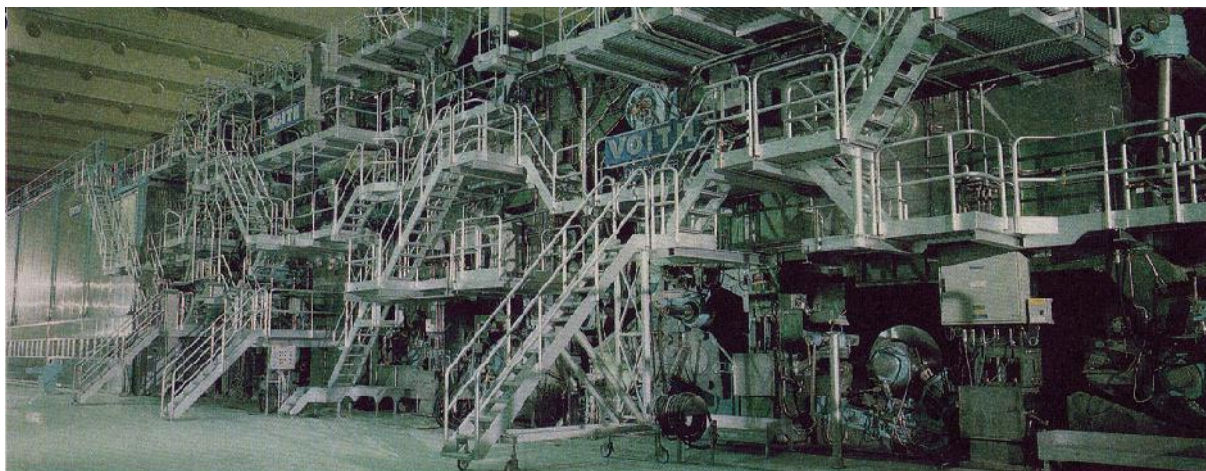
#### 3.2 Máquina de fabricação de papel

De acordo com Pires e Kuan (1988: 657). “As máquinas de papel modernas, descendentes da inventada por Robert, são constituídas por várias seções independentes, cada qual com sua função e característica próprias.”

Ainda Pires e Kuan (1988: 657) afirmam “que em geral as partes de uma máquina de fabricação contínua de papel são”:

- Seção de formação;
- Seção de prensagem;
- Seção de secagem;
- Seção de enrolamento ou corte;
- Seção de transmissão de movimento;
- Poços e fundações;
- Seção de aplicações e tratamento da superfície;

**Figura 6: Vista geral da máquina de Fabricação de Papel.**



Fonte: Disponível em Biophysics

**Figura 7: Vista detalhada da Máquina de Fabricação de Papel**



Fonte: Disponível em Biophysics

Nas seções de formação e secagem que serão enfatizadas, é essencial a presença dos têxteis técnicos, que estão denominados no grupo de vestimentas e classificado como telas.

### **3.3 Vestimentas / Telas**

Vestimentas da máquina de papel - é o nome dado ao conjunto de feltros e tela empregados em uma máquina de papel. PANUCARMI (2007).

Tela - acessório da máquina de papel, de duração limitada, tecido sem fim, ou seja, não possui extremidades já que trabalha como esteira, fabricados com fios de uma liga especial de bronze fosforoso ou modernamente em alguns casos plásticos, empregado na mesa plana e nos tambores das formas redondas das máquinas de papel, para permitir a formação e drenagem da

folha. Suas características mais importantes são a malha e o tecido, além das propriedades do fio em si. PANUCARMI (2007).

ARAÚJO, FANGUEIRO e HONG, (2001) afirmam que, o design, as propriedades e as utilizações dos materiais têxteis aplicados em maquinaria para produção de papel tem um efeito muito importante sobre as propriedades do papel e do respectivo processo de fabricação.”

A produção de papel envolve três fases distintas:

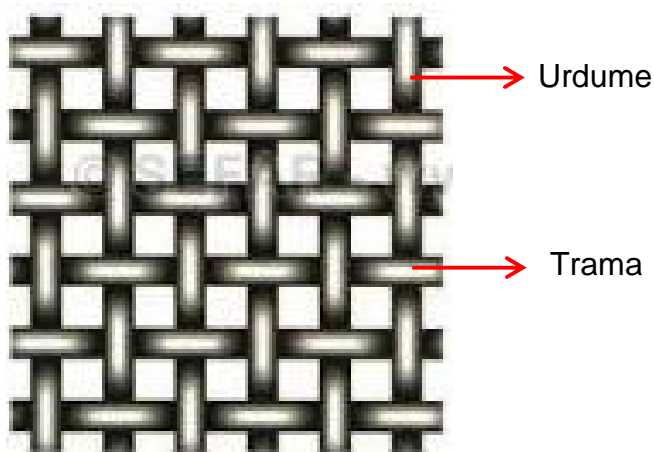
- Formação da folha de papel a partir da mistura de fibras e da água;
- Aplicação de pressão para remoção da água, consolidação da folha, dar textura à superfície da folha de papel, suportar e transferir a folha;
- Secagem para eliminação da água residual por evaporação, utilizando vapor.

Os materiais têxteis aplicados em maquinaria de produção de papel podem ser classificados de acordo com a fase do processo em que são utilizados.

Definições básicas:

As telas são formadas por urdume e trama:

**Figura 8: Ligamento**



Fonte: Disponível em Library.

Fio corrente ou urdume: são aqueles que estão dispostos longitudinalmente no corpo da tela e acompanham a direção da máquina de papel.

Fio Trama: são aqueles que estão dispostos transversalmente no corpo da tela.

Atualmente, as telas são de fios sintéticos (poliéster, poliamida, polipropileno), o que lhes proporciona grande flexibilidade, maior duração e menos tempo para substituição. Robusti, Viana, Júnior *et al.* (2014).

### **3.3.1 Características da tela**

Uma vez abordadas às fases distintas da produção do papel: formação da folha de papel, aplicação de pressão para retirada da água e secagem para eliminação da água por evaporação, o próximo tópico abordará de forma mais complexa como se dá a estrutura das telas, as matéria prima utilizadas e suas principais características.

#### **3.3.1.1 Estrutura**

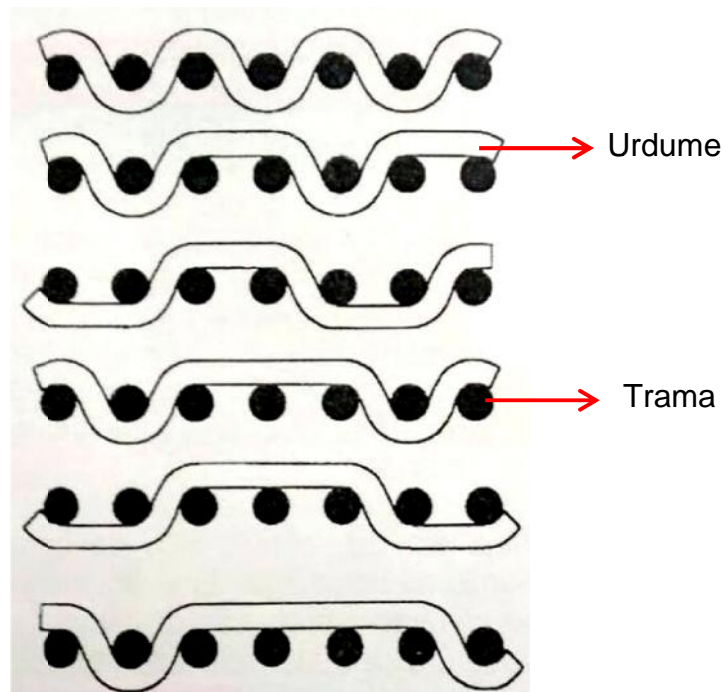
Existem basicamente três tipos de tecidos utilizados na formação do papel: camada única, duas camadas e três camadas. ARAÚJO, FANGUEIRO e HONG, (2001: 61).

- Monocamada:

As telas de monocamada são consideradas tecidos simples, que possuem especificações limitadas, em virtude de a máquina de fabricação de papel adquirir novas tecnologias constantemente, contudo a tela de camada única não acompanha as necessidades como, por exemplo, a velocidade da máquina de papel, sendo assim foi substituída pela tela dupla e tripla camada.

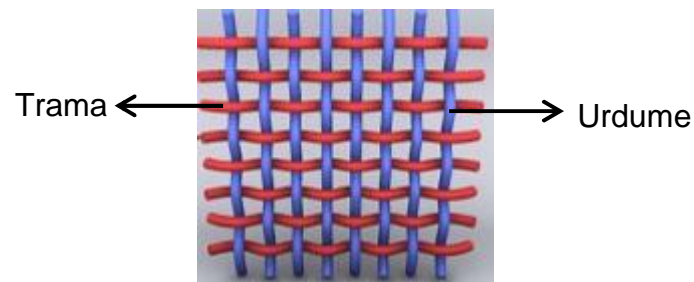
A figura abaixo mostra os pontos de tecido com camada única.

Figura 9: Pontos do tecido com camada única.



Fonte: Têxteis Técnicos, Materiais do Novo Milênio.

Figura 10: Tela Monocamada.

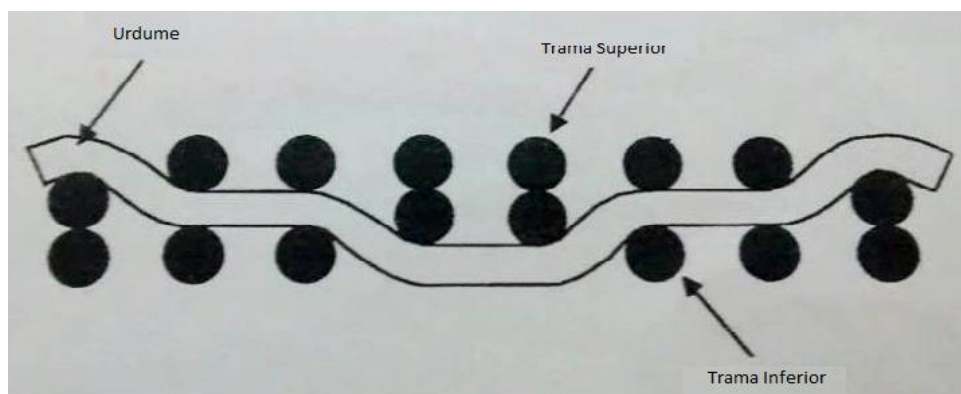


Fonte: Disponível em Rpm Telas

- Dupla camada:

ARAÚJO, FANGUEIRO e HONG, (2001) afirmam que Tecidos com duas camadas incluem melhor estabilidade, resistência ao uso, melhoria na formação da folha, maior capacidade de drenagem, melhor distribuição das fibras, maior suporte das fibras, menor diferença das faces superior e inferior da folha e melhor retenção de produtos de carga.

**Figura 11: Tecido com duas camadas.**

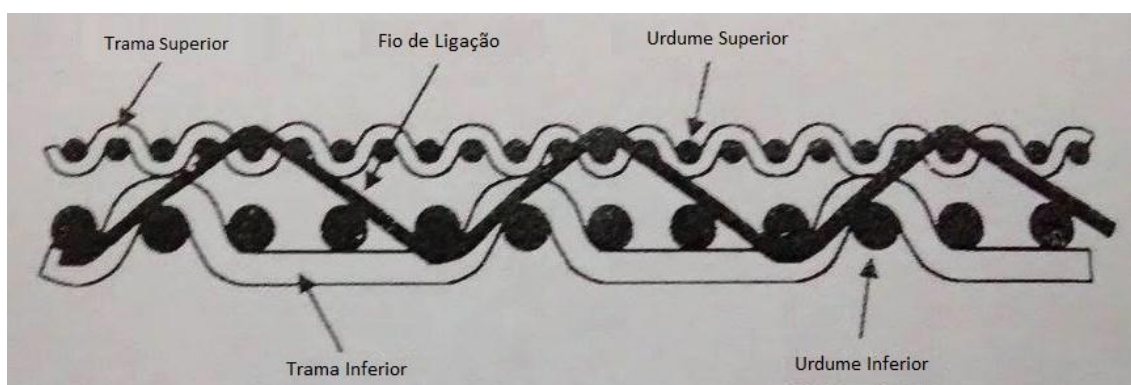


**Fonte: Têxteis Técnicos, Materiais do Novo Milênio.**

- Tripla Camada: Os tecidos de três camadas possuem duas camadas separadas (superior e inferior) ligadas por um fio (ponto de costura). ARAÚJO, FANGUEIRO e HONG, (2001: 63).

Ainda afirmam que normalmente a camada superior é a mais fina que a camada inferior. Estes tecidos apresentam como vantagens a melhor formação e qualidade da folha devido à camada superior ser mais fina, aumento de estabilidade, melhor resistência ao uso devido a camada inferior ser mais grossa, aumento do grau de drenagem, capacidade de drenagem, suporte de fibras, sendo também mais lisos. O fio de ligação é normalmente mais fino que todos os outros, sendo assim mais protegido da ação dos elementos da máquina de papel.

**Figura 12: Tecido com três camadas.**



**Fonte: Têxteis Técnicos, Materiais do Novo Milênio.**

### 3.3.1.2 Permeabilidade do ar

De acordo com a apostila Fabricação de Papel do Centro Nacional de Tecnologia em Celulose e Papel, permeabilidade do ar é a medida da passagem do ar através dos interstícios da tela, fator muito importante que permite a indicação da contribuição da tela no processo de secagem. A unidade de medida é CFM (pés cúbicos de ar que atravessam a área de um pé quadrado em um minuto).

Esta propriedade que faz se na tela é a mais importante no momento em que atua na máquina para a formação e secagem do papel, pois na fase de formação a passagem do ar deve-se ser equilibrada para que a celulose consiga formar a mistura do papel.

Já na seção de secagem é primordial essa característica, porque é preciso que o papel já formado, porém úmido, fique seco e em boas condições para que não ocorram quebras ou marcas nos processos posteriores.

Há vários fatores que podem interferir não CFM de uma tela, como por exemplo:

Batida: fio trama. Permitindo que a batida seja menos densa, o cfm aumenta, pelo fato de permitir maior passagem de ar.

Diâmetro dos fios: aumenta ou diminui o cfm por questão de interferir na área aberta.

Posicionamento das tramas: quando desalinhadas dificultam a passagem do ar, diminuindo o cfm.

### 3.3.2 Matéria prima

As telas formadoras são constituídas de monofilamento de poliéster e poliamida, sendo que a camada superior, quando tela dupla, é formada apenas fios de poliéster e quando tripla, poliéster e poliamida, e a camada inferior independente da estrutura, os fios são intercalados.

Adanur (1997) afirma que atualmente, os tecidos de formação são feitos com elevado peso molecular e elevado módulo de monofilamento de poliéster. Para obter resistência ao desgaste, os fios de nylon podem ser utilizados alternadamente na camada inferior de tecidos de camadas múltiplas. No entanto, o nylon não é dimensionalmente estável sob condições de umidade, o que limita a sua utilização na formação de tecidos. O Poliéster tem propriedades de deformação boa e é resistente aos ácidos, mas é sujeito a hidrólise sob condições alcalinas.

Adanur (1997:61) ainda confirma que poliamida e poliéster têm as seguintes propriedades comparativas:

- Por módulo de flexão, o poliamida é mais macio do que o poliéster.
- Para resistência à compressão e impacto resistência, nylon é superior. Poliéster tende a fraturar sob pressão. Por isso que a poliamida é utilizado em telas de prensagem, estas propriedades são próprias dos polímeros.
- A transferência de calor é diferente para nylon e poliéster.
- O calor específico de poliamida é maior do que o poliéster.
- A resistência à abrasão de poliamida é maior do que o poliéster.
- Poliéster tem mais densidade do que o nylon.

As telas secadoras são formadas sempre por poliéster.

Conforme Adanur (1997:196), uma maior variedade de fios sintéticos é utilizado na fabricação de tecidos de secador do que os tecidos de formação.

As características que este fio deve conter são:

Resistência contra hidrólise, abrasão, ácidos e álcalis é importante para os materiais secos. Adanur (1997:196).

Outras propriedades requeridas incluem: densidade uniforme, resistência à tração, força de alongamento, encolhimento térmico, circuito e resistência, afinidade para resinas, resistência à sujidade, limpeza e estabilidade térmica. Adanur (1997:196).



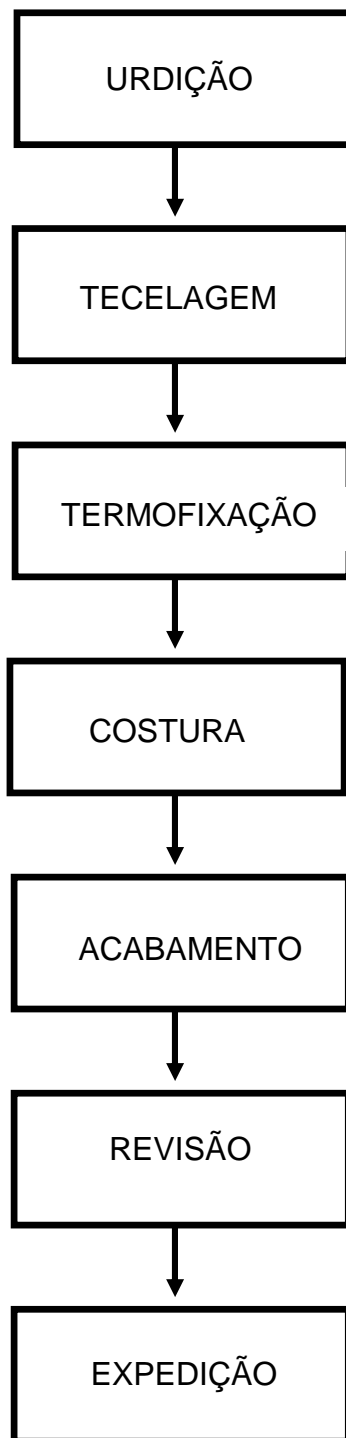
Ainda afirma que as principais categorias de fios usados em telas secadoras são:

- Fios básicos: poliamida tem excelente resistência à tração, boa capacidade de fiação e boas propriedades, que têm efeitos muito positivos sobre a afinidade de impregnação. Resistência à hidrólise é boa e resistência a ácidos razoável. O poliéster tem boa resistência à tração e resistência ácida.
- Multifilamento: são feitos de uma multiplicidade de monofilamentos muito finas. Os multifilamentos são fornecidos pelo fabricante, sem ou com muito pouca torção. Durante o processo, vários multifilamentos são torcidos para obter um único fio (fio torcido). Este processo é muitas vezes usado para obter um fio com propriedades muito específicas.
- Monofilamento: a secção transversal dos monofilamentos pode ser redonda, oval ou retangular. O poliéster é o material de monofilamento mais amplamente utilizado. São adicionados ao polímero estabilizadores de hidrólise para melhorar resistência à hidrólise. Além disso, os fluoropolímeros são acrescentados ao poliéster para melhorar propriedades de resistências de contaminantes. Vários tipos de monofilamentos poliamida pode ser utilizado dependendo dos requerimentos de propriedades mecânicas, físicas e químicas. No entanto, em tecidos secadores, os que obtiveram melhores resultados foi o nylon 6.6. este é frequentemente usado com poliéster no mesmo tecido.
- Fios especiais: pouco utilizados, somente para atender algumas especificações, os quais são revestidos com resinas, sendo no momento da extrusão ou após por impregnação.

No capítulo 2.3.4 será abordado o processo de fabricação das telas por meio de um fluxograma de fácil entendimento e observação, bem como as suas respectivas explicações.

### 3.3.3 Fluxograma de produção das telas:

O fluxograma a seguir mostrara o processo de formação das telas, tanto a formadora quanto a secadora.



Fonte: Acervo pessoal

Urdição: este processo consiste em estender e tencionar os fios de urdume individualmente com comprimento definido e em carretéis geralmente com largura de 0,20 m.

Tecelagem: é onde ocorre o entrelaçamento dos fios, formando a vestimenta. E, além disto, neste processo através da programação dos quadros do tear, obtêm-se os interstícios entre o urdume e a trama, assim definindo o valor prévio da permeabilidade.

Termofixação: neste processo a vestimenta fica tensionada em cilindros, a qual passa pelo forno em temperaturas até 220°C, entretanto é possível adquirir características como: a homogeneização da estrutura da fibra, redução do enrolamento das laterais de tecidos, eliminação de tensão da fibra resultando em redução do encolhimento durante processos de formação/secagem do papel, aumento da estabilidade dimensional.

Costura: uma vez que o tecido é utilizado como esteira em máquina para a fabricação do papel, é necessário unir as extremidades. Diante disto é feita uma costura, onde primeiramente são removidos os fios tramas, criando uma faixa de urdume na vestimenta, em seguida na máquina de costura são instaladas as mesmas tramas, e a tela com a faixa de urdume é fixada para assim iniciar o re-tecimento das extremidades. Em vestimentas secadoras para acoplar as pontas faz-se a costura inserindo o urdume em um fio espiralado para que ao término possa somente unir as extremidades com um pino dentre a espiral.

Acabamento: após a costura o tecido recebe uma nova termofixação de menor temperatura para que os fios costurados possam estabilizar e ficar tensionados, em seguida os fios em excesso da costura são retirados com auxílio de lixas especiais. As bordas recebem tratamento com resinas para evitar que os fios desfiem e para que a vestimenta não forme onda durante o processo de fabricação do papel.

Revisão: procedimento de vistoria de todos os outros processos, assim sendo identificada alguma anomalia refaz se possível à falha operacional.

Expedição: setor de embalagem e separação por cliente.

Visto que as principais características da tela, as matérias prima aplicadas, o tópico seguinte irá descrever as propriedades, características e aplicações das telas formadoras e secadoras na máquina de fabricação do papel.

### 3.3.4 Telas formadoras

Para compreender as características de aplicação da tela formadora, é necessário conhecer como funciona a máquina de fabricar papel na seção de formação.

#### 3.3.4.1 Seção de Formação de folha

O IPT - Instituto de Pesquisas Teológicas do estado de São Paulo, no livro Tecnologia de Fabricação do Papel (1988) afirma que em geral, a seção de formação é composta de:

**Caixa de Entrada:** cujas principais funções são eliminar a turbulência excessiva no circuito, igualar o fluxo do alimentador, estabilizar a velocidade desse fluxo e enviar a massa à tela.

**Tela:** é suportada, primeiramente, pelo rolo cabeceira e a partir daí já com massa é apoiada nos “hidrofoils” e nos roletes esgotadores, os quais ajudam na retirada da água da massa. A tela passa então, pelas caixas de sucção.

**Rolo Bailarino:** possui estrutura leve, anticorrosiva, revestido de uma tela fina de bronze fosforoso, faz com que a folha seja pressionada entre duas telas, permite a melhor distribuição das fibras no papel, pode ser usado também para gravar marca de água.

**Rolo acionador:** possui a finalidade de acionar a tela formadora, ou seja, rolos com ação motorizada para tracionar a tela, permitindo a velocidade na máquina de papel.

**Rolo-cabeceira:** suporta a tela abaixo da caixa de entrada, sendo suficientemente rígido para produzir deflexão e enrugamento da tela.

**Rolos de retorno:** após a entrega da folha para o setor de prensagem, estes rolos tem a finalidade de sustentar a tela formadora e auxilia nas tensões aplicadas.

**Chuveiros:** são necessários para evitar a aglomeração de fibra e eliminar a espuma que se forma na superfície da massa. Geralmente os chuveiros são rotativos. A utilização da água pode ser fresca ou água branca filtrada.

**Esticadores:** em grande parte são rolos que tem a finalidade de tencionar a tela formadora, e mantendo-a em sua tensão de trabalho operacional. Este rolo é fixado por um dispositivo (rosca sem fim) traciona ou afrouxa a tela.

**Raspas:** É um conjunto de equipamentos instalados em alguns rolos, e tem a finalidade de manter os rolos de retorno e reguladores limpos evitando o desgaste prematuro nos fios e corpo das telas em operação, pois o processo de formação da folha é de baixa consistência e substâncias abrasivas que aderem nas superfícies de rolos.

**Bandejas:** faz parte do conjunto de raspas, onde a sujidade que se desprendem dos rolos através das raspas, caem dentro das bandejas evitando que as impurezas e sujeiras voltem para o processo da máquina.

**Reguladores:** Rolos que são acionados pneumáticamente para manter a tela formadora estável enquanto opera com altas velocidades, eles tem a finalidade de regular a tela mantendo sempre na mesma posição.

Existem ainda os elementos de desague, cujos principais são:

**Caixa de Formação:** tem a função de retirar água e fazer a primeira formação da folha.

**Roletes esgotadores:** são constituídos de aço, alumínio ou bronze e revestidos de borracha, ou de fibra de vidro. Nos pontos de contato com a tela, criam uma sucção que provoca o desaguamento.

**“Hidrofoils”:** são elementos estáticos de desaguamento constituído de uma lâmina, cuja inclinação varia entre 2 e 5 °, controla a curva de sucção e causam menos turbulência.

**Caixa de sucção:** composta de aço inoxidável, com uma tampa perfurada ou construída em tiras de madeira, laminado fenótico ou plástico de alta densidade, tem a função de retirar a água, porém há limitações na sucção aplicada, pois pode provocar perigos à tela, como o aumento de atrito e desgaste, sobrecarregar o motor, reter partículas, etc.

**Defletores:** tem como função principal evitar que a água, drenada pelos roletes esgotadores, volte para a tela.

#### 3.3.4.2 Processo de formação da folha

Segundo O Instituto de Pesquisas Teológicas do estado de São Paulo, no livro Tecnologia de Fabricação do Papel (1988), as tarefas básicas a serem realizadas pela seção de formação de uma máquina de papel são destacadas a seguir:

- Diluir a massa até uma consistência suficientemente baixa que permita um alto grau de uniformidade na dispersão da fibra. A água de diluição pode ser fresca, porém, é comum o uso da água reciclada da própria seção de formação ou das águas brancas recuperadas ao longo de toda a máquina.
- Distribuir a suspensão diluída de fibras na seção de formação, mantendo as dispersas de forma homogênea.
- Depositar, individualmente, e de maneira uniforme, as fibras sobre a tela, ao mesmo tempo em que se inicia a drenagem da água pela tela.
- Compactar o material fibroso enquanto em estado plástico, a fim de se obter um contato íntimo entre as fibras.
- Por meio de sucção, remover o máximo possível a água das fibras, antes que a folha formada seja transferida para a secção de prensagem.

#### 3.3.4.3 Tela Formadora

Adanur (1997:33), afirma que "a formação da folha é a fase mais crítica na fabricação do papel. Se a folha não é formada corretamente na seção de

formação, não há quase nada que possa ser feito para corrigi-la, mais tarde, nas demais seções da máquina de papel.”.

De modo geral, conforme a apostila *Fabricação de Papel* do Centro Nacional de Tecnologia em Celulose e Papel, a tela formadora possui as seguintes características: “constitui a superfície de formação do papel; tela de polímero plástico com trama aberta; gira na mesma velocidade que a máquina de papel; apoia as fibras retendo-as; ao mesmo tempo em que retém as fibras, permite a remoção e passagem da água”.

Para Robusti, Viana, Júnior *et al* (2014 :179), “A principal função da tela é dar suporte para a suspensão de fibras que saem da caixa de entrada, permitindo a drenagem da água que as acompanha e o entrelaçamento entre elas, e conferindo ao papel boa resistência”.

Adanur (1997:37), afirma ainda que “ela deve agir como uma correia transportadora, que transporta a folha para a secção de prensagem.”.

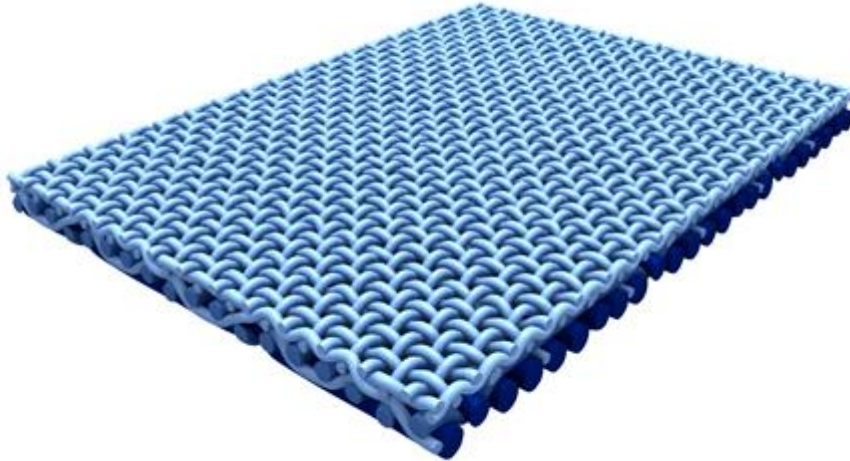
Conforme Adanur (1997: 37) a superfície superior da tela de formação atua como um tecido de filtro para criar a base sobre a qual as fibras são depositadas para formar uma esteira de fibra ou de folha. A geometria da superfície sobre a qual a folha é formada contribui para as propriedades da folha, tais como marca de fio, fiapos e suavidade. Quanto melhor for a qualidade dos pontos de apoio<sup>1</sup>, melhor será a qualidade do papel, e será maior a retenção dos “finos”<sup>2</sup>, será melhor a retenção que ajudara a minimizar os dois lados das propriedades da superfície do papel as quais afetaram a impressão e outras operações de conversões.

---

<sup>1</sup> Pontos de apoio: São pontos no lado superior da tela que servem de suporte para o assentamento das fibras do papel.

<sup>2</sup> Finos: pequenas fibras de celulose.

**Figura 13: Tela formadora dupla camada – Face superior.**



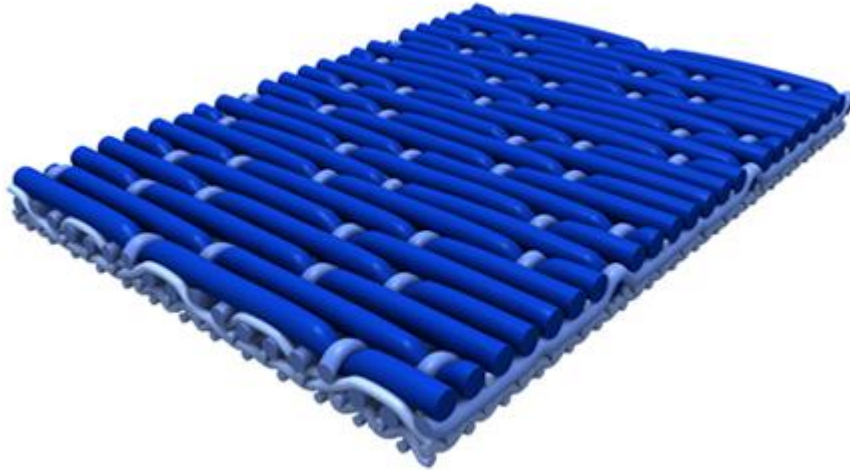
**Fonte: Disponível em Voith.**

A face inferior do tecido contribui para as características de transporte do tecido.

Adanur (1997: 37) afirma que o desgaste que reduz a vida da tela irá ocorrer na parte inferior, porque há produção de elementos de desgaste, tais como rolos, folhas e tampas de caixa plana estão em contato com a superfície de inferior. Uma vez que o tecido é um pouco elástico, ele passa por mudanças no comprimento à medida que atravessa o circuito em torno da seção de formação da máquina de papel, causando desgaste sobre as superfícies de rolos e os elementos da máquina.



**Figura 13.1: Tela Formadora dupla camada – Face inferior.**



**Fonte: Disponível em Voith.**

Como visto as características das faces da tela formadora, é importante evidenciar que os fios superiores são de menor diâmetro e os inferiores de maior diâmetro, como destacam as fotos 13 e 13.1.

Adanur (1997: 38) afirma que:

Mecanicamente o tecido formador deve ter:

- Boa resistência ao desgaste.
- Resistência ao alongamento, estreitamento, inclinação.
- Capacidade de guiamento.
- Capacidade de direcionamento.
- Resistência ao chuveiro de alta pressão e outros danos.
- A capacidade de ser limpo.

Um tecido de formação deve dar ao papeleiro:

- Boa retenção.
- Boa formação.
- Reduzir consumo de energia.

- Boas propriedades de alongamento.
- Redução de dupla face.
- Topografia da superfície adequada para atingir propriedades de papel desejado.

As telas formadoras se apresentam em monocamada, dupla camada e tripla camada, porém, como apresentado no item 3.3.1.1, a estruturas, com mono camada é muito limitada e assim pouco utilizada.

Robusti. Célio *et al.* Júnior *et al* (2014) conclui que contudo, na escolha de uma tela para fabricar certo tipo de papel, os seguintes itens devem ser observados: tipo de papel fabricado, tipo de fibra utilizado, intensidade de refino da massa, velocidade da máquina, comprimento da tela e disponibilidade de vácuo (caixas de sucção). Todas essas informações são fundamentais para que se consiga a tela adequada para o papel a ser produzido, obtendo-se, assim, maior durabilidade, eficiência de retenção e boa drenabilidade.

Essas telas possuem uma vida média de 250 dias em máquina, se não ocorrer nenhuma falha ou acidente.

Após a formação da folha, o processo seguinte é a prensagem e posteriormente a secagem. No próximo item será abordado sobre a secagem, sendo a tela secadora e suas características.

### **3.3.5 Tela Secadora**

#### **3.3.5.1 Secagem da folha**

Segundo O IPT - Instituto de Pesquisas Teológicas do estado de São Paulo, no livro Tecnologia de Fabricação do Papel (1988), entende-se por secagem o processo de remoção de água por evaporação, aplicando-se calor. O modo convencional de secagem é a passagem da folha de papel ou papelão sobre cilindros aquecidos a vapor. A folha é mantida em contato íntimo com a superfície dos cilindros, por meio de telas secadoras.

Para Robusti. Célio *et al.* (2014) Secagem é a remoção de umidade de uma substância. O termo secagem, como é comumente empregado em fabricação de papel, papel-cartão, micro-ondulado, papelão etc., refere-se à parte do processo na qual a água é removida da folha por evaporação.

Ainda para Robusti. Célio *et al.* *et al* (2014) afirma que o processo de secagem é através de um sistema contínuo, com alta temperatura, e utilizam-se cilindros rotativos aquecidos para oferecer calor.

Os cilindros secadores são feitos de ferro fundido ou muito especialmente de aço. Suas principais especificações são a uniformidade de espessura, para perfeita transferência de calor, e o

acabamento fino de sua parede externa, para evitar marcações no papel.

O diâmetro usual de um cilindro secador esta entre 1m e 2m, com espessura de parede de 3 cm.

A maneira convencional de secagem é normalmente feita em cilindros, “efetuada pela condensação do vapor nos cilindros secadores fornecendo o calor latente o qual então evapora a umidade da folha.” (Apostila Fabricação de Papel do Centro Nacional de Tecnologia em Celulose e Papel: 69).

Também existe o método da secagem por multicilindros, para isso “a folha é exposta a aplicação intermitente de calor em ambos os lados da folha de papel. Todo o calor liberado pela condensação do vapor introduzido no sistema resulta na fonte de calor” (Apostila Fabricação de Papel do Centro Nacional de Tecnologia em Celulose e Papel: 69).

Ainda há a secagem em monolúcido que “possui forma cilíndrica com diâmetro variado em 3,0m a 5,4m. A sua superfície entra em contato com o papel e apresenta bom acabamento superficial, esse foi desenvolvido para dar lisura em um dos lados do papel.” (Apostila Fabricação de Papel do Centro Nacional de Tecnologia em Celulose e Papel: 70).

#### 3.3.5.2 Conceitos importantes na secagem

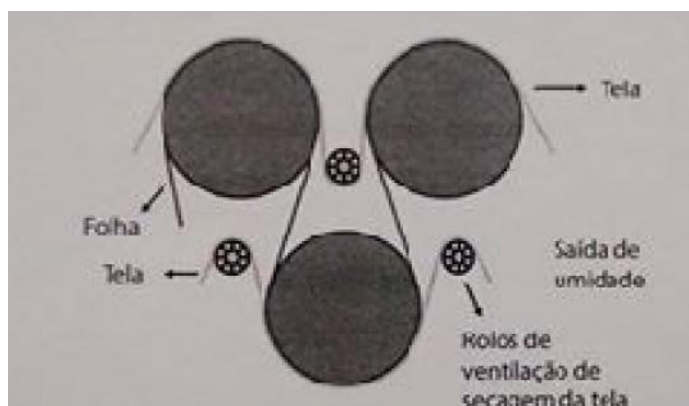
- Temperatura da folha de papel
  - Zona de aquecimento: folha aumenta sua temperatura lentamente em forma paralela à temperatura do cilindro
  - Zona de temperatura constante: todas as temperaturas do cilindro e folha permanecem constantes.
  - Zona de temperatura final: onde a temperatura da folha aumenta em menor proporção. A curva de temperatura do secador segue a curva similar à temperatura da folha, permanecendo até a folha secar.
  
- Permeabilidade: como já citado no tópico 3.3.1.2

- Área de contato: a quantidade de pontos de contato que a tela faz com o papel, quando este passar pelos secadores. A medição dos pontos é feita por polegada quadrada ou pontos de contato por centímetro quadrado.
- Calandragem: processo mecânico que tem a função de reorientar as fibras superficiais da folha de papel base ou recobrimento aplicado à superfície do papel por meio de compressão, fricção, ou uma combinação desses mecanismos.
- Tela secadora

Função:

- Suportar e guiar a folha de papel através dos cilindros secadores
- Melhorar a secagem do papel, exercendo uma pressão da folha contra o cilindro secador, melhorando a área de contato entre o cilindro e o papel.
- Pode ajudar a melhorar o acabamento do papel.
- Melhorar o perfil de umidade na folha de papel.

**Figura 14: Funcionamento da Tela Secadora**



Fonte: O Papel - 2014

### 3.3.5.3 Tela secadora

Atualmente com a produção de telas com fibras sintéticas, é possível gerar tecidos altamente permeáveis denominados de tecidos de malha aberta para secagem ou *open mesh dryer fabric*. (Robusti, Célio et al 2014: 230).

As vantagens deste tipo de material são:

- Durabilidade.
- Possibilidade de aumento da velocidade da máquina, sem a necessidade de elevar a pressão de vapor.
- Menor consumo de vapor.
- Melhor qualidade da folha, com um perfil transversal de umidade mais uniforme.

Os fios mais comumente utilizados são os de poliéster, por conter as características requeridas enquanto atuam na secagem na máquina de papel. Tais características se resumem em:

Resistência contra: hidrólise, calor seco, abrasão, ácidos e álcalis. Outras propriedades também se incluem, como, densidade uniforme, resistência à tração, força de alongamento, encolhimento térmico, circuito e resistência nó, afinidade para resinas, resistência à sujidade, limpeza e estabilidade térmica.

Os principais tipos dos fios são:

- Fios básicos
- Multifilamentos
- Monofilamentos
- Fios especiais

### 3.3.5.4 Estrutura do tecido

A estrutura do tecido precisa atender todos os requerimentos da máquina de papel, contudo a mais utilizada e que será abordada é a tecida.

Adanur (1997: 205) afirma que as telas tecidas “podem ser devido o fato de que, um ponto de vista histórico, os tecidos foram intimamente ligados ao

desenvolvimento da produção de papel do que os outros tipos de tecidos”, como por exemplo, os tecidos com fios espirais e os nãotecidos. “Além disso, tecidos nãotecidos e tecidos fabricados com outros métodos não encontram o mesmo vasto leque de requisitos como tecidos”. Adanur (1997: 205)

Adanur (1997: 212) diz que “as principais características que permitem a diferenciação de tecidos e têm uma influência direta sobre os requisitos são:”

- Matérias-primas
- Tipos de fios
- Cravação fios e flutuante
- Densidade
- Número de camadas de urdidura e de enchimento.

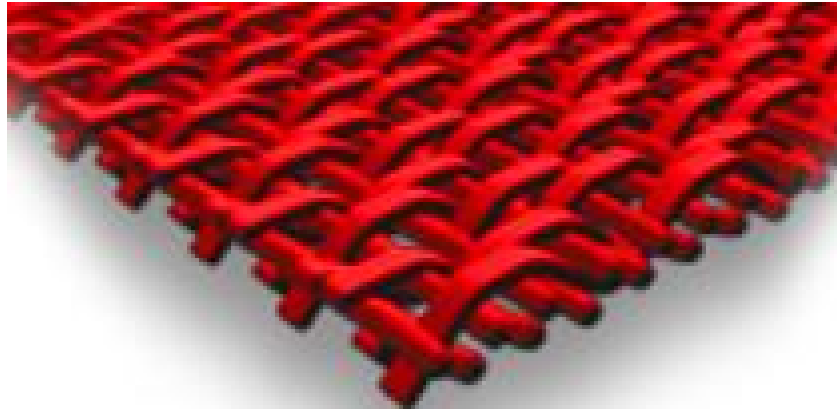
Os tecidos são em monocamada ou dupla camada.

**Figura 15: Tela Secadora monocamada**



Fonte: Disponível em Spanish.

**Figura 15.1: Tela Secadora dupla camada**



**Fonte: Disponível em Xerium.**

As telas secadoras são simétricas ou assimétricas, no entanto possui a mesma característica da tela formadora, quando o fio de maior diâmetro ou dependendo da padronagem da tela, faz com que uma face fique mais lisa que a outra, quando isso ocorre o lado em que apresenta menos lisura, este é denominado como face máquina.

Essas telas secadoras possuem uma vida média de 300 à 400 dias em máquina, se não ocorrer nenhuma falha ou acidente.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral desse trabalho foi apresentar um produto específico e, suas características e suas aplicações. Diante disso foi necessário abordar o tipo de material em que se enquadra, descrevendo assim sobre os têxteis técnicos, contando as peculiaridades fundamentais e principalmente os campos de atuação, que a vista disso apresentou as telas para máquinas de fabricação de papel, sendo num processo de formação e secagem do papel.

Quando há novas tecnologias nas máquinas de papel, há também melhoria nas telas e principalmente na qualidade do papel. Se fizer uma comparação com as telas de alguns anos atrás é possível notar grandes vantagens e benefícios na estrutura, no desempenho e na qualidade tanto nos papeis, quanto nas telas e, além disso, a vida útil da tela é maior enquanto atua na máquina.

No entanto, é perceptível o alto nível de valor que este produto possui, pelo fato de que, se não produzido corretamente e a falta de conhecimento para utilização do mesmo, o papel não terá boa formação ou o acabamento necessário no que se refere à secagem. Contudo é de suma importância o conhecimento das características para o profissional da área, e para a cadeia acadêmica, porém as informações necessárias são muito escassas, por esse motivo o trabalho foi desenvolvido.

Contudo é de suma importância o conhecimento das características para o profissional da área, e para a cadeia acadêmica, porém as informações necessárias são muito escassas, por esse motivo o trabalho foi desenvolvido.

Quando se referem à era da tecnologia digital é de se acreditar que um dia o ramo de produção de papel irá chegar ao fim e conseqüentemente as telas irão acabar, mas o engenheiro químico, angolano, Carlos Alberto Farinha e Silva, vice-presidente da Pöyry Tecnologia (2013), afirma que essa tecnologia afeta o setor de produção do papel de maneira relevante, pois os países em desenvolvimento, o consumo de papeis gráficos continua



crescendo e nos países já desenvolvidos o consumo é decrescente há vários anos.

As causas desse fenômeno não é somente a leitura digital, mas também a diminuição da receita do setor de marketing. Contudo nos países desenvolvidos a informatização da sociedade ocorre de maneira acelerada, então o papel gráfico, atingirá um menor patamar, mas ficará estável em nichos como livros de edição sofisticada, revistas temáticas de alto padrão e nas embalagens, como por exemplo, as compras pela internet apresenta um crescimento alto, assim demandando mais embalagens para o envio dos produtos.

Concluo que foi de suma importância à elaboração do projeto, pois trabalhando na área, agregaram-se mais valores e informações para meu conhecimento. Acredito que também será conveniente para acrescentar conhecimentos aos leitores.

## REFERENCIAS

ABINT – Associação Brasileira das Indústrias de Não Tecidos e Tecidos Técnicos. São Paulo, 2003.

ADANUR. S. Paper Machine Clothing. [S.I.],1997.

ARAUJO. M. ; FANGUEIRO. R. ; HONG. H. Têxteis Técnicos – Materiais do Novo Milénio. [S.I.], 2000.

ARAUJO. M. ; FANGUEIRO. R. ; HONG. H. Têxteis Técnicos – Materiais do Novo Milénio. [S.I.], 2001.

CELULOSE E PAPEL. [S.I.]: Jota Editora, 2013-.

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA EM CELULOSE E PAPEL-TELEMÁCO BORBA- PARANÁ. Fabricação de Papel. Paraná.

D' ALMEIDA.M.L.O (Coord.) Celulose e Papel. 2. ed. São Paulo, 1988.

Glossário de Fabricação do Papel. [S.N.: s.n]. Disponível em <<http://panucarmi2.wikidot.com/glossariofabricacaopapel>> Acesso em: 27/10/2014.

HORROCKS. A.R.; ANAND.S.C. (Ed.). Handbook of Technical Textiles.Washington, 2000.

Paper Recycling. [S.N.: s.n]. Disponível em <<http://biophysics.sbg.ac.at/waste/paper.htm>> Acesso em: 20/10/2014.

PEZZOLO. D.B. Tecidos. São Paulo. 2007.

RPM TELAS. Piracicaba. Disponível em: <<http://www.rpmtelas.com.br/produtos.html>> Acesso em: 05/09/2014

ROBUSTI, Célio et al. *O Papel*. São Paulo: Ed. SENAI-SP EDITORA, 2014.

Spanish. [S.N: s.n]. Disponível em: <<http://spanish.alibaba.com/p-detail/100-poliester-Secadora-pantalla-tejida-300002062422.html>> Acesso em: 25/10/2014

Spirig. M. Abertura da Malha – Ligamento. [S.I] Library.grafyarte. Disponível em: <</abertura-da-malha---ligamento.html>>. Acesso em: 20/10/2014.

VOITH. Disponível em: <<http://www.voith.com/br/produtos-e-servicos/tecnologia-de-fabricacao-de-papel/i-series-41287.htm>> Acesso em: 30/10/2014.

XERIUM. Disponível em: < <http://es.xerium.com/media/46963/2013-Dryspeed-Dryspeed-XLR-DryTherm-flyer.pdf> > Acesso em: 30/10/2014