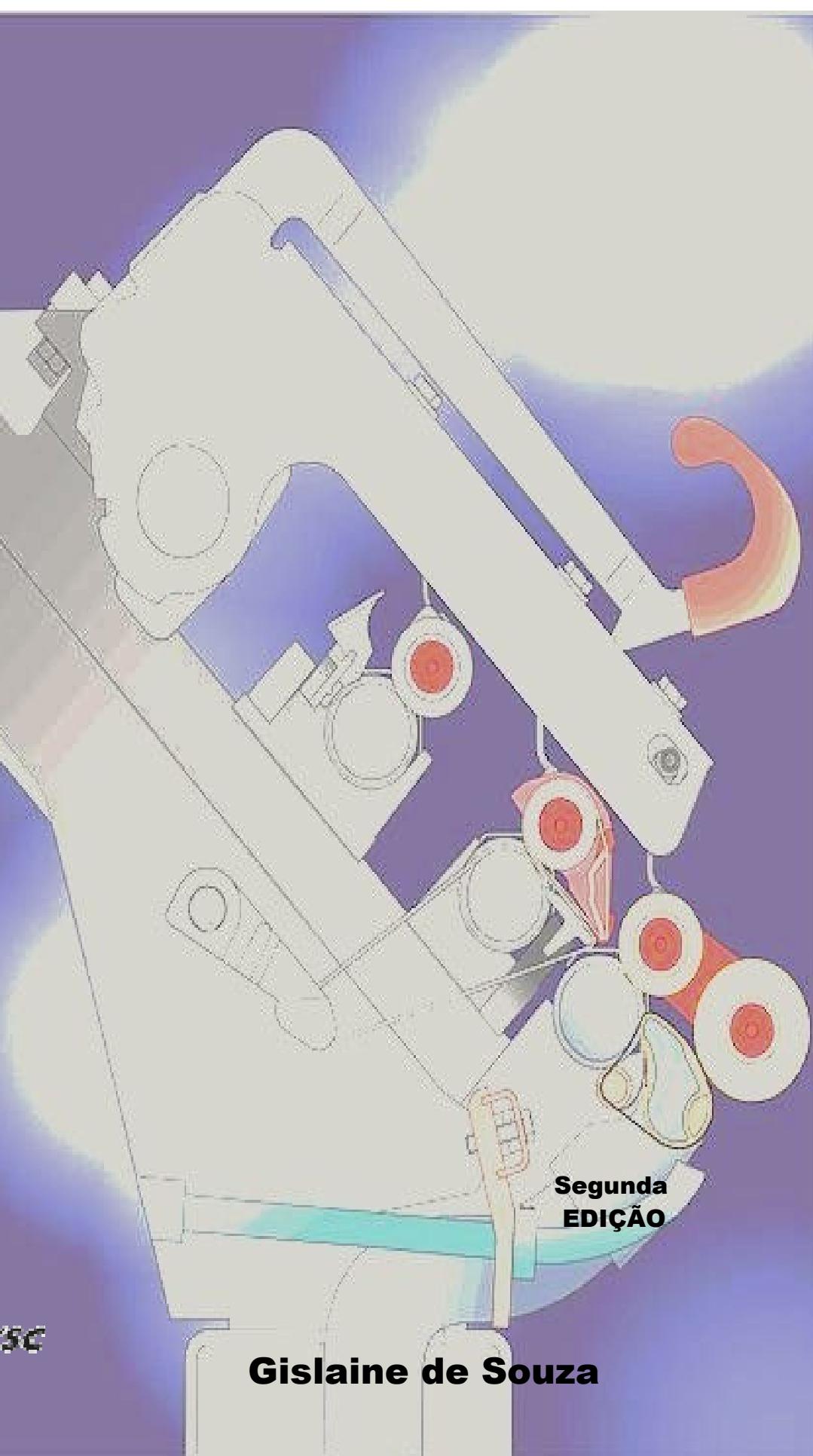


MATERIAIS E PROCESSOS TÊXTEIS



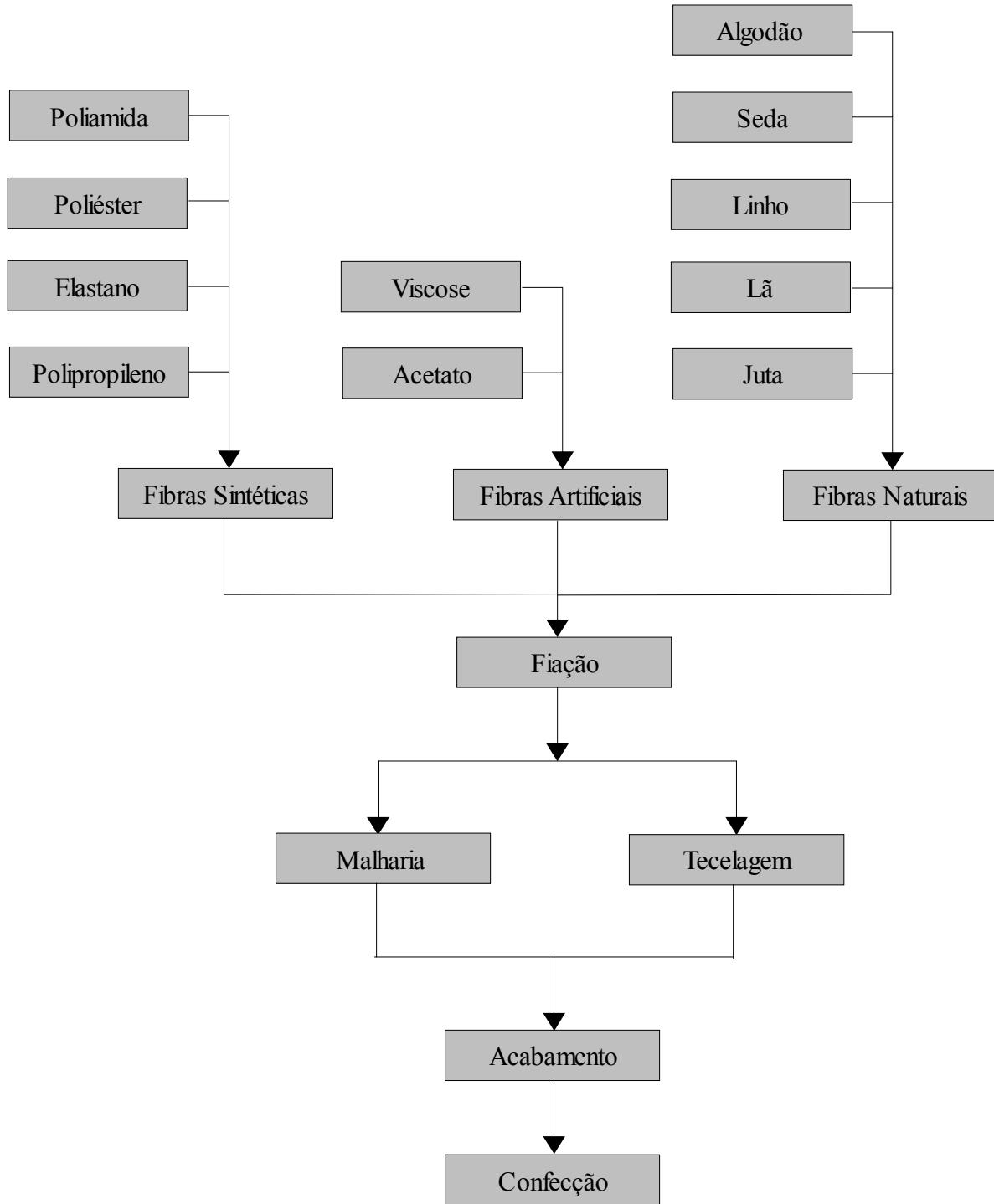
Gislaine de Souza

**Segunda
EDIÇÃO**



O Processo Produtivo da Cadeia Têxtil

A seguir, será abordado o processo produtivo têxtil e suas características; serão descritos também os principais elos componentes da cadeia têxtil. Segundo IEL (2000), a definição da cadeia produtiva têxtil tem seus contornos básicos definidos na figura abaixo:



Desenho 1: A Cadeia Têxtil - Fonte: IEL (2000, p. 21).

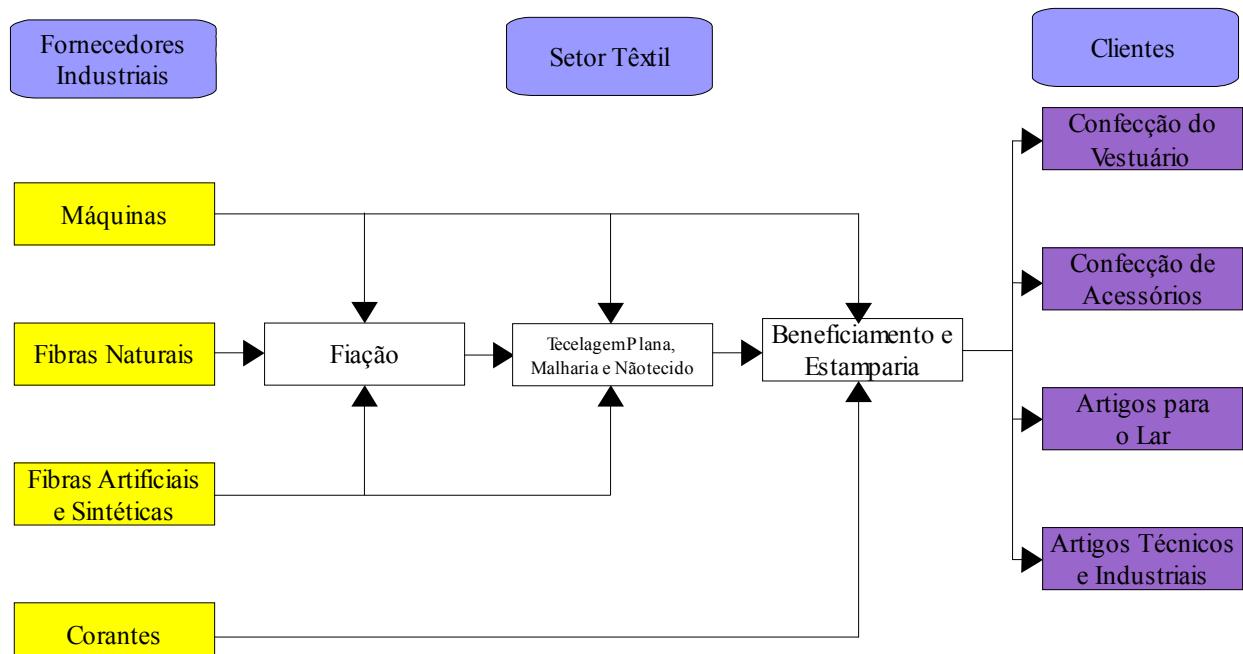
A cadeia produtiva têxtil, conforme a figura acima, integra a produção de fibras (sintéticas, artificiais e naturais), fiação, tecelagem e malharia, estamparia, acabamento/beneficiamento abastecendo as indústrias do setor de confecções.

Para o Sebrae – SP e o IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas (2001, p. 5), a indústria têxtil é constituída dos segmentos de fiação, tecelagem e acabamento de fios e tecidos, sendo que o segmento de tecelagem subdivide-se, por sua vez, em tecelagem plana e malharia. Cada um destes segmentos pode oferecer ao mercado um produto acabado e pode na prática, estar desconectado dos demais. Afirma ainda o Sebrae – SP & IPT (2001, p. 5), que “embora os segmentos ou etapas do processo se interliguem pelas características técnicas dos produtos a serem obtidos, essas etapas não precisam necessariamente serem todas internalizadas pelas empresas”.

As atividades produtivas do segmento têxtil são atividades interdependentes, porém com relativa independência dentro do processo produtivo, o que permite a coexistência de empresas especializadas e com diferentes graus de atualização tecnológica. O resultado de cada etapa de produção pode alimentar a etapa seguinte, independentemente de fatores como escala e tecnologia de produção.

Desta forma, existem indústrias têxteis que possuem somente o subsetor de fiação, atuando como fornecedor para as indústrias que atuam nos subsetores de malharia e tecelagem plana, assim como existem indústrias totalmente verticalizadas, onde atuam em todos os subsetores produtivos têxteis como fornecedores para as indústrias de confecção e vestuário.

A figura abaixo apresenta os principais elos entre os subsetores do complexo têxtil:



Desenho 2: Principais Segmentos do Complexo Têxtil - Fonte: Filho et al. (1997, p. 64).

Conforme o ilustrado na figura acima, os segmentos de máquinas e de fibras são fornecedores industriais do setor têxtil, sendo que o segmento de confecções do vestuário é o principal cliente do setor. Porém, os segmentos dedicados à produção de bens de uso doméstico, hospitalar e industrial apresentam crescente participação na absorção da produção têxtil mundial.

Em suma, os artigos produzidos pelo setor têxtil podem ser agrupados em quatro grandes segmentos: fios têxteis, tecidos, malhas, não tecidos, beneficiamento e acabamento de tecidos planos e malhas.

I. Cenário Brasileiro da Cadeia Têxtil

O Brasil é um dos poucos países em desenvolvimento que possuem todas as etapas de produção bem desenvolvidas. Ainda concentrada regionalmente, a produção é bastante fragmentada em número de empresas.

O segmento de confecção é o que reúne o maior número de empresas. A maior parte da produção nacional está concentrada nas regiões sul e sudeste, que juntas reúnem 86% do total. Apesar disso, a participação das empresas da região nordeste, têm se mostrado crescente.

No segmento de vestuário, cerca de 43% das vendas nacionais são da linha de produtos classificada como “lazer”, que engloba peças de casual “wear”, tais como jeans, camisetas, bermudas e shorts. A linha social (ternos, “tailleurs”, por exemplo) fica com 15% e a esportiva, com outros 10%. Os demais 32% estão divididos entre os segmentos de moda profissional, praia, gala, inverno, bebê, meias, moda íntima, acessórios, etc.

As mulheres são as grandes consumidoras de moda no país. A moda feminina responde por 41% da produção. Já o público masculino representa 35% do mercado. A moda infantil tem participação de 18% e a bebê, 5%.

II. As Transformações do Setor

A crise do setor verificada no início dos anos 90 conduziu a uma série de transformações na organização produtiva. Elas redundaram em um grande movimento de recuperação, que teve como características principais os seguintes fatores:

- ★ Aproveitamento das condições cambiais favoráveis (1994-99) para promover uma profunda modernização no parque industrial interno;
- ★ Esforços de promoção e divulgação do produto nacional nos mercados externos, dedicando atenção especial aos itens de maior valor agregado (confeccionados) para reverter o papel tradicional de país exportador de matéria-prima e “commodities”;
- ★ Organização de um calendário oficial para a produção nacional de moda em vestuário, marcado por eventos de grande escala e repercussão, de que são exemplos o São Paulo Fashion Week (SPFS) e o Fashion Rio;
- ★ Crescente desverticalização das empresas, associada aos esforços de investimentos em ativos imateriais, tais como desenvolvimento de produto, marcas e design, marketing, comercialização e distribuição de produtos; e
- ★ Deslocamento da produção para outras regiões via investimento ou subcontratação da produção, marcadamente da região sudeste para a nordeste. Essa desconcentração regional produtiva, no entanto, resumiu-se às etapas materiais do processo, pois não aconteceu, pelo menos com a mesma intensidade, nas etapas e funções de planejamento e concepção da cadeia têxtil-vestuário.

Uma das consequências mais marcantes da modernização do parque de máquinas foi a eliminação de hiatos tecnológicos, sobretudo nos elos mais importantes da cadeia que são responsáveis pela produção de fios e tecidos.

Tal modernização foi alcançada por meio da importação maciça de equipamentos. Como reflexo,

esse movimento culminou na quase completa eliminação do parque industrial interno dedicado à produção de máquinas e equipamentos têxteis, o que colocou o país em situação de dependência de bens de capital têxteis importados.

No segmento final da cadeia, as transformações foram ainda mais visíveis. O São Paulo Fashion Week e o Fashion Rio, além de expor a produção de moda nacional para o público estrangeiro, cumpriram também o papel de estabelecer um calendário oficial, que tende a orientar as ações de toda a cadeia, principalmente as empresas que exploram o conceito moda. A existência de datas firmadas para o lançamento das coleções anuais, ao mesmo tempo em que disciplina a cadeia têxtil, pode acabar comprimindo os prazos de transformação de modelos em peças comercializáveis.

Essa falta de sincronia ainda existente em alguns segmentos específicos demanda uma melhor coordenação entre aqueles que desenvolvem os modelos, seus fornecedores de matéria-prima e serviços de costura. Mas é uma preocupação que nem sequer existia há pouco mais de dez anos.

Embora seja visível a evolução – em termos de design, criatividade e posicionamento de marca -, é perceptível que ainda existem pontos a serem melhorados em áreas como desenvolvimento do produto e posicionamento mercadológico. Isso mostra que o segmento no país ainda tem de avançar em termos de competitividade internacional.

A ABIT – Associação Brasileira da Indústria Têxtil é a entidade que representa todos os elos da Cadeia Produtiva Têxtil e que tem como missão promover os produtos brasileiros, tanto no mercado interno quanto no exterior.

III. A Divisão da Indústria Têxtil

Fibras Artificiais ou Químicas

A fabricação de fibras artificiais trata da obtenção das mesmas através de processos químicos. As fibras são apresentadas ao mercado sob a forma de fios de filamentos contínuos ou de filamentos cortados. Grande parte dos fios de filamentos é texturizada. A texturização é um beneficiamento que propicia aos fios de fibras químicas um efeito e uma aparência de maior volume e elasticidade.

Fiação

A fiação é a etapa do processamento têxtil que transforma as fibras (sejam elas químicas cortadas ou naturais) em fios.

Tecelagem Plana

É a etapa do processamento têxtil em que os fios são entrelaçados, transformando-se em tecidos planos. É também chamada de tecelagem convencional.

Malharia

Na malharia, os fios formam laçadas que se entrelaçam, dando origem ao tecido de malha. A diferença entre um tecido plano e um tecido de malha repousa na forma do entrelaçamento dos fios que compõem o tecido.

Beneficiamento

Diversos processos constituem o ramo do beneficiamento de produtos têxteis – alvejamento, tinturaria, estamparia, etc. – conferindo a esses produtos a cor desejada, determinado aspecto, um toque específico e outras características que estejam em consonância com o mercado a que se destinam.

IV. Normas Técnicas e sua Classificação

A terminologia empregada também deve ser uniforme, isto é, o significado dos termos técnicos empregados deve ser o mesmo em qualquer parte. Os órgãos de normalização são:

- ASTM: American Society for Test Materials (EUA);
- AFNOR: Association Française de Normalization (França);
- BSI: British Standard Institute (Inglaterra);
- DIN: Deutesches Institut für Normung (Alemanha);
- ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas (Brasil).

Fibras Têxteis

I. Definição

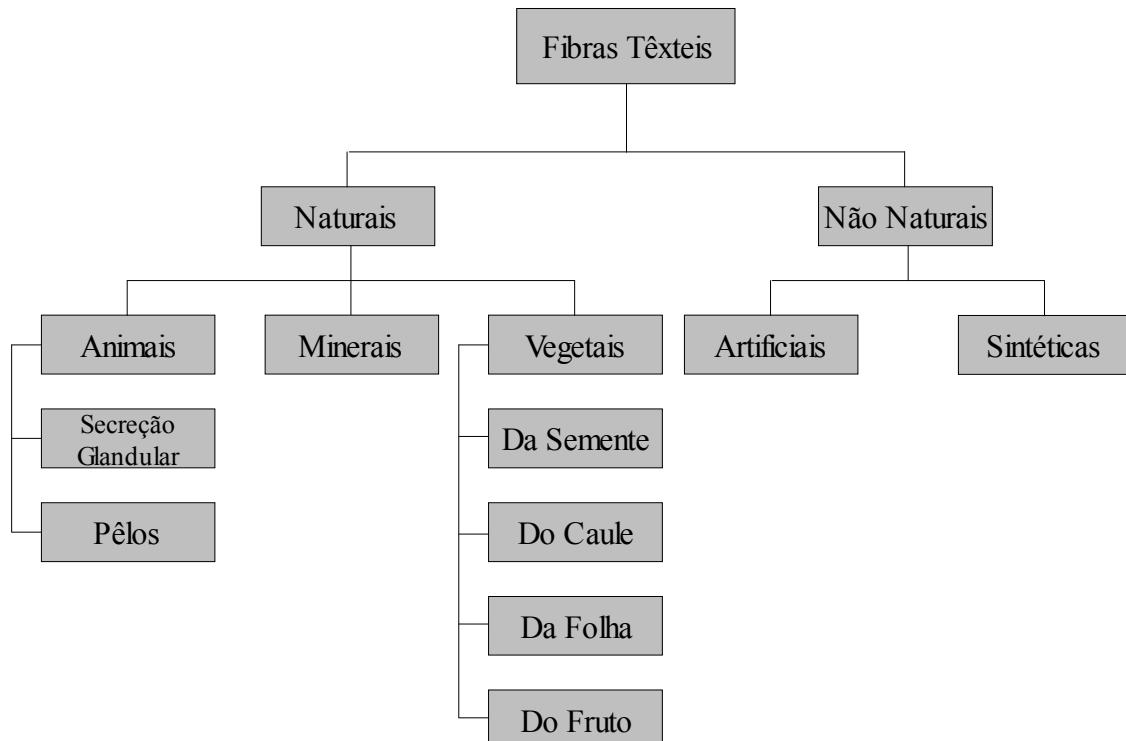
É a unidade de matéria, caracterizada por sua flexibilidade, finura e elevada proporção entre comprimento e finura, cujas propriedades a tornam capaz de ser transformadas em fio.

Essa definição também se aplica para determinar o tamanho de uma fibra química quando esta se apresenta cortada segundo distintos comprimentos de corte, correspondendo assim ao termo inglês “staple”.

A indústria têxtil utiliza diferentes espécies de fibras, oriundas do reino vegetal, animal e mineral, existindo ainda as que são quimicamente produzidas pelo homem, através da utilização de materiais provenientes dos reinos vegetal e mineral. Assim sendo, todo material proveniente dos três reinos da natureza que apresente a capacidade de produzir fios é considerado como uma fibra têxtil.

II. Classificação e Nomenclatura das Fibras Têxteis

A classificação geral das fibras têxteis está resumida como mostra a seguir:



Desenho 3: Classificação Geral das Fibras Têxteis. Fonte: Fibra S.A.

A nomenclatura das principais fibras têxteis segue como mostra a seguir:

Naturais

Origem	Nome	Sigla
Animal	Seda	S
	Lã	WO
Vegetal	Algodão	CO
	Juta	CJ
	Linho	CL
	Rami	CR
Mineral	Amianto	A

Tabela 1: Nomenclatura das Principais Fibras Naturais. Fonte: Fibra S.A.

Artificiais

Origem	Nome	Sigla
Celulose	Acetato	CA
	Viscose	CV
	Modal	CMO
	Liocel	CLY

Tabela 2: Nomenclatura das Principais Fibras Artificiais. Fonte: Fibra S.A.

Sintéticas

Origem	Nome	Sigla
Petróleo	Poliacrilonitrilo (Acrílico)	PAC
	Poliamida (Nylon)	PA
	Poliéster	PES
	Polietileno	PET
	Polipropileno	PP
	Poliuretano (Elastano)	PUE

Tabela 3: Nomenclatura das Principais Fibras Sintéticas. Fonte: Fibra S.A.

Estas fibras, tanto as naturais como as não naturais diferem-se de inúmeras maneiras. Cada qual possui características e propriedades diferentes, sejam as dimensões de suas cadeias moleculares, cristalinidade, as cores, massa específica, elasticidade, hidrofilidade e muitas outras que irão conferir ao tecido aplicações diversas. Daí a grande importância de se conhecer de forma profunda as fibras têxteis e seus aspectos técnicos antes de desenvolver determinado tecido, ou seja, tudo na cadeia têxtil passa primeiramente pela correta escolha da fibra têxtil.

III. Fibras Têxteis e Suas Propriedades

O que confere a cada fibra têxtil uma qualidade diferenciada e única é a sua composição química. Portanto, as fibras têxteis são classificadas de acordo com sua composição química e de sua estrutura molecular. Quase sempre, sejam fibras naturais ou não naturais, o elemento carbono está presente, ligado na maioria das vezes com outros elementos como o hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, enxofre e elementos alógenos, como flúor, cloro e iodo. A forma com que estes elementos se ligam, formando as cadeias de polímeros, afetam as características e propriedades de alongamento, elasticidade, resistência, absorção entre outras. As maiorias das fibras possuem estruturas cristalinas, mas elas também possuem áreas amorfas. Estas áreas amorfas se comparadas com as estruturas cristalinas das fibras possuem baixa resistência à tração. Se as redes cristalinas forem orientadas, a resistência da fibra é aumentada ainda mais.

Contudo as áreas amorfas contribuem para a absorção de corantes e da umidade, por terem maiores espaços entre as moléculas. Além disso, fibras amorfas possuem uma maior elasticidade e alongamento se comparadas com fibras cristalinas de cadeias orientadas.

O entendimento dos processos têxteis, não requer tão somente o conhecimento da química, mas também a compreensão dos fenômenos físicos. No processamento em toda a cadeia têxtil, ou seja, desde a fibra até o artigo confeccionado, existe uma composição de forças e tensões agindo diretamente sobre as fibras, fios, tecidos, etc. O comportamento do artigo têxtil em reação a este conjunto de forças é que irá determinar quando, como e que tipo de fibra e fio será utilizado no processamento do tecido até o artigo final. As principais características físicas das fibras têxteis são: massa específica, gramatura, finura, resistência à tração, tenacidade, hidrofilidade e ponto de fusão.

As moléculas de uma fibra absorvem a energia térmica e podem mudar a sua estrutura química ou a sua configuração física, sendo esta propriedade muito explorada na indústria têxtil, a fim de se obter algumas características e propriedades desejáveis em alguns materiais.

Os polímeros termoplásticos, por exemplo, sob uma temperatura alta sofrem um rearranjo em sua estrutura molecular criando mais áreas cristalinas ou amorfas. Assim tanto a fibra quanto o tecido assumem propriedades físicas e químicas diferentes das originais.

V. As Fibras Naturais

As fibras naturais têxteis vêm exercendo um papel fundamental na história da civilização. Desde o início dos tempos até o presente e certamente no futuro, as fibras naturais nunca deixarão de ter uma participação significativa na produção dos mais variados artigos industrializados. Pode-se encontrar estas fibras nos segmentos de vestuário, cama, mesa, banho, bem como outros segmentos industriais, como a indústria farmacêutica, aeroespacial, alimentos, automotiva e muitas outras.

As fibras naturais podem ser divididas em três principais classes, de acordo com a sua natureza: vegetais, animais e minerais.

As fibras vegetais são à base de celulose. A celulose é o mais comum composto orgânico encontrado na natureza. A celulose é sintetizada sob a influência do calor e da luz solar pela reação do dióxido de carbono com a água das plantas. A este processo se dá o nome de fotossíntese. Os exemplos das mais populares fibras desta categoria são: o algodão, o linho e a juta.

VI. As Fibras Animais

As fibras animais também são conhecidas como fibras protéicas por possuírem na sua estrutura química básica a composição de aminoácidos. Todas as fibras protéicas contêm os elementos carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio em sua composição. Em cada fibra protéica estes elementos são combinados em diferentes quantidades e em diferentes formas moleculares. Como resultado, as propriedades de cada fibra tendem a serem consequentemente muito diferentes uma das outras, conferindo aos tecidos diversas propriedades, cores, texturas, etc.

As fibras animais mais utilizadas pela indústria têxtil são a lã e a seda.

i. A Lã

A lã ou pelo como agente de proteção vem sendo utilizado desde a idade da pedra, quando as peles de animais primitivos eram utilizadas para cobrir o corpo humano. No período Neolítico já se fazia uso têxtil da fibra de lã, sendo desenvolvidas as práticas da fiação rudimentar manual, da feltragem (encolhimento irreversível) e da tecelagem. A tosquia (corte da lã com o carneiro vivo) era citada na Bíblia (Gênesis) conforme a seguinte referência: ...*Labão foi tosquiar os seus carneiros...*



Ilustração 1: Fibra de Lã.

Quimicamente a lã é composta por:

- ★ 50% de carbono;
- ★ 22 a 25% de oxigênio;
- ★ 16 a 17% de nitrogênio;
- ★ 7% de hidrogênio e;
- ★ 3 a 4% de enxofre.

No entanto, as diferentes raças de ovinos não produzem a lã com uma composição química constante. Pode-se ainda encontrar-se (\pm) 1% de matéria mineral. Estes elementos estão

estruturados em cadeias de aminoácidos constituindo a Creatina ou Queratina (que são as mesmas proteínas que compõem os pêlos, unhas e cabelos humanos) e a Lanolina (óleo contido na lã).

A fibra da lã possui importantes propriedades, entre elas destaca-se a isolação térmica, graças principalmente ao colchão de ar formado pelas ondulações das fibras. Portanto, quanto mais fina for a fibra de lã e mais ondulada, maior será sua capacidade de isolamento.

A lã é ainda a mais higroscópica das fibras têxteis, absorvendo uma quantidade igual ou superior a 30% do seu próprio peso. A lã é a mais resistente fibra em termos de flamabilidade entre as fibras naturais, e também é considerada uma fibra elástica, tornando-se resistente ao amarratamento quando seca.

As fibras de lã variam o seu comprimento de acordo com o tipo animal, sendo os diâmetros de 25 microns os mais comuns. Encontram-se fibras com comprimentos que variam de 40 a 120 mm e quanto maior melhor.

As características mais importantes da lã são:

- ★ pobre condutor de calor;
- ★ a superfície da fibra escamada;
- ★ a superfície é ondulada e não lisa;
- ★ sua combinação de escamas e ondulação permitem a feltragem;
- ★ alta extensibilidade: 30 ou até 40%.

ii. A Seda

A seda é obtida dos casulos do bicho-da-seda. O antigo cultivo do bicho-da-seda é originário da China. Por volta de 3.000 anos A.C. o homem não somente tinha aprendido sobre a cultura do bicho-da-seda como era apto a desenrolar o casulo para obter um filamento contínuo de seda. Na idade média a produção da seda chegou à Itália e França. Hoje desempenha um importante papel no Japão, China, Índia e Turquia.

O bicho-da-seda fia um casulo com filamento de 2.500 a 3.000 metros com uma finura média de 20 microns.

A composição química da seda é:

Sericina (substância gomosa) = 22 – 25%;
Fibroína (substância por aminoácidos) = 62,5 – 67%;
Água = 10 – 11%;
Sais = 1 – 1,5%.

A seda possui uma inigualável capacidade de reflexão de cor e de absorção tintorial, apesar de ser mais difícil de tingir do que a lã. A absorção de água é igualmente boa, está na casa dos 11%.

A seda é a mais resistente das fibras naturais. É mais resistente do que a própria lã, por causa principalmente de suas redes cristalinas bem orientadas. A estabilidade dimensional da seda é boa. A seda não estica ou deforma-se facilmente, mas apresenta encolhimento por relaxamento em virtude da sua alta capacidade de absorção da umidade.

VII. Fibras Vegetais

As fibras vegetais são compostas por celulose natural, por isso também são chamadas de fibras celulósicas naturais. São derivadas de uma grande variedade de sementes, dos caules e das folhas das plantas. Alguns exemplos de fibras vegetais são: algodão, linho, juta e o rami.

Todas estas fibras possuem composição química muito semelhante, porém, suas propriedades físicas, propriedades mecânicas e aparência diferem muito uma das outras. Esta variação pode ser notada principalmente nos tecidos manufaturados por diferentes fibras celulósica, como a maciez de um tecido de algodão, contra o toque seco do tecido de linho. As maiores semelhanças destas fibras estão na grande capacidade de absorção, na hidrofilidade, na boa condutibilidade térmica, na baixa resistência ao amarrotamento e na baixa estabilidade dimensional que proporcionam aos tecidos.

De todas as fibras vegetais, algodão é a mais importante. A explicação para esta performance do algodão no mercado é na verdade bastante simples, primeiramente porque o algodão continua sendo a fibra têxtil preferida a ser utilizada em vestuário que possui contato direto com a pele do corpo, pois comparativamente às fibras artificiais e sintéticas, sua principal vantagem é o conforto dos artigos confeccionados.

i. O algodão

O algodão é uma fibra natural, de origem vegetal e sua fibra apresenta um comprimento que varia entre 24 e 38 mm. As fibras do algodão constituem o revestimento piloso do fruto do algodoeiro (*Gossypium*). Esta planta, tem o porte de um pequeno arbusto com cerca de 1,20 m de altura. Após a floração o ovário transforma-se numa cápsula que com a maturação estala, libertando um tufo de fibras geralmente brancas que são então colhidas.

O algodão tem sido cultivado por mais de 5.000 anos, por isso, existem hoje muitas variedades de diferentes tipos de algodão. Estas variações implicam em diferentes características e aplicações, e se dão devido às diferentes condições de solo, clima, fertilizantes e métodos de cultivo. A qualidade da fibra de algodão está baseada em sua cor, finura, comprimento e resistência. Os maiores produtores na atualidade são a China, Estados Unidos, Índia e Paquistão.



Recentes desenvolvimentos têm sido feitos nos últimos anos, principalmente nas áreas de engenharia genética proporcionando algodão com maior resistência e isentos de pragas naturais, há também o aparecimento do algodão colorido, como uma nova opção para a manufatura de tecidos ecologicamente corretos.

A qualidade da fibra de algodão não varia somente pela classificação do comprimento e variedades de fibras, mas também pelas condições físicas, de cor, de maturação, presença de sais açúcares, bem como pelas quantidades de folhas, areias e todo o tipo de impurezas contidas devido a colheita. Por isso, existem órgãos reguladores que estabelecem limites, tolerâncias destas e outras propriedades da fibra do algodão, com a finalidade de classificá-lo, determinando assim o valor deste diante da bolsa de valores do algodão.

O algodão é composto por cadeias poliméricas de celulose. A composição química do algodão pode ser resumida pela tabela abaixo:

Constituição	Proporção %
Celulose	94,0
Proteína	1,3
Substâncias Pécticas	0,9
Ceras	0,6
Cinzas	1,2
Ácidos Orgânicos	0,8
Açúcares	0,3
Outras Substâncias	0,9

Tabela 4: Composição da Fibra de Algodão. Fonte: Hamby (1965).

O conhecimento da composição química da fibra é importante pois esta influencia nos processos de beneficiamento têxtil. Pela tabela acima, observa-se que a celulose é o elemento mais importante e é aquele que comanda a maior parte das propriedades físicas e químicas do algodão.

As ceras no algodão estão localizadas na superfície da fibra e agem como um agente lubrificante natural. O coeficiente de atrito triplica quando a cera é removida. Sem as ceras, não se consegue fiar adequadamente o algodão. Por outro lado, as ceras conferem hidrofobia às fibras, o que é bastante indesejável para o bom aproveitamento dos processos posteriores de tingimento, estampagem, amaciamento, etc. Todos esses processos utilizam a água como veículo, sendo as ceras um empecilho, que necessariamente deve ser eliminado.

A estrutura molecular do algodão é do tipo fibrilar. O algodão possui um alto grau de polimerização. O grupo hidroxila (-OH) da cadeia é responsável por muitas propriedades associadas do algodão. Eles atraem água e corantes, fazendo com que o algodão seja reconhecidamente fácil de

ser tinto e de alta absorção. O algodão possui cadeias cristalinas em torno de 70% e cerca de 30% são amorfas.

ii. O Linho

Uma das mais antigas fibras do mundo, usada pelos antigos Egípcios. Com 8.000 anos, ainda hoje tem grande demanda em função de suas propriedades. Da família de *Linnun usitatissimum* e *linnun perenne*.

Fibra extraída do caule e proveniente, principalmente, de países frios como a Europa Oriental, Bélgica, Irlanda, etc. Possui como características:

- ★ Toque agradável;
- ★ Boa absorção de umidade;
- ★ Resistência à tração;
- ★ Boa resistência à lavagem;
- ★ Amassa facilmente;
- ★ Possui tendência a encolher;
- ★ Não deforma ao calor;
- ★ Pouca elasticidade;
- ★ Coloração variada (de cinza claro a castanho);
- ★ Resistente ao alcalis.



Ilustração 3: Fibra de Linho.

iii. Juta

As fibras de juta são extraídas do caule de "plantas duras" , assim como o linho, o cânhamo, etc. Trata-se de plantas herbáceas anuais, ou seja, alcançam a maturidade no decorrer de um ano, produzindo sementes para os demais períodos de cultivo, porém exigindo, para um bom desenvolvimento, calor e umidade. Possuem um caule reto com circunferência de cerca de 3,80 cm e altura entre 1,5 e 3 metros.

A fibra de juta apresenta, geralmente, um brilho sedoso e, quando comparada ao linho, é mais

quebradiça, o que a impede de ser transformada em fios finos, já que os feixes não se separam tão bem no sentido longitudinal.

Elas apresentam um fino "brilho" sedoso, um toque grosseiro e áspero, embora as melhores qualidades sejam suaves e macias. A juta não é tão resistente nem tão durável quanto o linho, o cânhamo ou o rami. As fibras não se alongam dentro de uma extensão apreciável. Apresentam baixa elasticidade.

Semelhante à do linho, ou seja, péssima recuperação à dobra, compressão ou amarrotamento. Deterioram-se rapidamente com umidade, tornando-se quebradiças, fracas e escuras. Tem menor resistência que o linho ou o algodão à ação de microorganismos. É uma fibra barata, e se encontra disponível em grande quantidade. Usada em telas de aniagem e tecidos para sacos.

iv. Rami

O rami é uma planta perene, isto é, de cultura permanente, que pode produzir, sem renovação, por cerca de 20 anos. A planta apresenta uma cepa de onde partem as hastes que podem atingir, em terrenos apropriados, entre 2 e 3 metros de altura. Permite, em média, 3 a 4 cortes por ano.

Se destaca por sua grande aplicação em tecidos para vestuário e para artigos de decoração. É clara e brilhante. Seus fios podem ser tão fortes quanto os do linho. A fibra é bastante durável, mas tende a perder elasticidade.

Absorve água com muita rapidez e aumenta seu resistência em cerca de 25% quando molhado, o que torna os tecidos de fácil lavagem e de rápida secagem. Além de ser bastante resistente, o rami apresenta a vantagem de ser uma fibra longa (150 a 200 cm). As excepcionais qualidades têxteis do rami são completadas por seu aspecto leve e fresco, capaz de absorver a transpiração corporal.

Os tecidos de rami retêm a cor dos corantes comerciais mais do que qualquer outra fibra vegetais. Substitui o cânhamo e outras matérias-primas na fabricação de cordas e barbantes, sendo preferido em função de sua resistência para os seguintes fins: barbantes para a indústria de calçados, linhas de costura, etc.

v. Sisal

É uma planta perene, e as fibras são retiradas através das folhas. O comprimento varia entre 60 e 160 cm. Apresentam excelente resistência à ruptura e ao alongamento, além de notável resistência à água salgada (aumento de resistência quando molhada).

É usada notadamente em cordoalha, solados de alpargatas, indústria de colchões de molas, sacolas, sandálias, cestos, escovas, etc.

VIII. Fibras Não-Naturais

As fibras não-naturais podem ser classificadas em artificiais e sintéticas. As primeiras são produzidas a partir da celulose, substância fibrosa encontrada na pasta da madeira ou linter de algodão, daí também serem conhecidas como fibras celulósicas.

As fibras sintéticas são originárias de polímeros petroquímicos como o acrílico, nylon, poliéster, polipropileno, elastano entre outras. Hilaire de Chardonnet foi quem em 1889 produziu a primeira seda (fibra) artificial, grande inovação científica apresentada nesse mesmo ano na Exposição de Paris. Alguns anos mais tarde iniciou-se a produção industrial da “seda Chardonnet”, que era constituída por nitrocelulose. Logo a seguir, na Alemanha, produz-se a celulose cupromoniacial (Max Fremery e Johannes Urban). Por seu lado, a Inglaterra desenvolveu a produção de viscose, cujo processo industrial somente em 1921 alcançou a viabilidade técnica para a produção de Raions (fibras contínuas) e de fibras descontínuas para a cardação e fiação.

O aparecimento das fibras sintéticas se deu a partir do desenvolvimento do americano Wallace H. Carothers, que através da conceituação e testes laboratoriais das macromoléculas chegou à produção de uma revolucionária fibra têxtil a qual chamou “nylon”. Esta fibra poliamídica produziu um impacto decisivo na indústria têxtil, levando à fabricação de novos artigos, com propriedades até então inimagináveis, principalmente resistência e finura, e despertou o interesse para o aparecimento de outras fibras sintéticas ou artificiais.

As fibras não-naturais foram desenvolvidas inicialmente com o objetivo de copiar e melhorar as características e propriedades das fibras naturais. À medida que suas aplicações foram crescendo, elas se tornaram uma necessidade, principalmente porque o crescimento da população mundial aumentou a demanda de vestuários a um custo mais baixo, reduzindo ao mesmo tempo, a vulnerabilidade da indústria têxtil às eventuais dificuldades da produção agrícola. As fibras não-naturais, de modo geral, seguem o mesmo processo de produção, por extrusão, que consiste em pressionar a resina, em forma pastosa, através de furos finíssimos numa peça denominada fieira. Os filamentos que saem desses furos são imediatamente solidificados. Esse processo é denominado fiação sintética, embora o termo pouco tenha a ver com a fiação tradicional da indústria têxtil.

As fibras tomam sua forma final através de estiramento, realizado através de dois processos básicos; no primeiro, as fibras são estiradas durante o processo de solidificação; no segundo, o estiramento é feito após estarem solidificadas. Em ambos os casos o diâmetro da fibra é reduzido, e sua resistência à tração é aumentada.

As fibras assim produzidas podem ser apresentadas em três formas distintas, destinadas a usos também distintos: monofilamento, multifilamento e fibra cortada. O monofilamento, como o próprio nome indica, é um único fio contínuo. O multifilamento é a união de pelo menos dois monofilamentos contínuos, unidos paralelamente por torção. A fibra cortada é resultado do seccionamento, em tamanhos determinados, de um grande feixe de filamentos contínuos. A fibra cortada pode ser fiada nos mesmos filatórios que são utilizados para fiar algodão.

Além disso, se presta à mistura com as fibras naturais já na fiação, permitindo a chamada mistura íntima, ou seja, os fios mistos produzidos adquirem uma mescla das características de resistência e durabilidade das fibras químicas e do toque e conforto das fibras naturais.

Os fios com as fibras cortadas são também mais volumosos do que os filamentos contínuos do mesmo peso, o que possibilita seu uso na produção de tecidos com superfícies não lisas. Essa característica, aliada à maior facilidade de manuseio da fibra cortada em relação ao filamento contínuo, faz com que estes fios sejam mais utilizados, existindo inclusive fibras, como por exemplo o acrílico, em que raramente se utilizam filamentos contínuos na produção de artigos têxteis. Nenhuma fibra isoladamente, seja química ou natural, preenche todas as necessidades da indústria têxtil; no entanto, a mistura de fibras químicas com fibras naturais, notadamente o algodão, trouxe a estas melhores desempenhos, resistência, durabilidade e apresentação. O uso das fibras sintéticas é atualmente bastante difundido, abrangendo todos os segmentos da indústria têxtil.

i. Viscose

A fibra de viscose é produzida a partir de um elemento natural, o línter de algodão. Trata-se de uma fibra regenerada obtida através da dissolução das fibras de material celulósico (algodão) formando-se uma pasta celulósica que por extrusão (fieiras) e em contato com outra solução volta a precipitar-se regenerando os materiais fibrosos, produzindo-se assim a fibra artificial de viscose.



Ilustração 4: Fibra de Viscose.

Os fios contínuos multifilamentos são chamados simplesmente de Rayon, uma alusão à continuidade de um raio, enquanto as fibras cortadas, obtida após a frisagem e corte de cabos multifilamentos, recebem o nome de viscose. Estas últimas são utilizadas para a produção de fios fiados como os de algodão. A frisagem é uma operação física que visa dar às fibras ondulações, sem as quais estas fibras não poderiam ser usadas nas máquinas de fiação desenvolvidas para o algodão.

A forma circular em dentes de serra da sua seção transversal é o que confere ao raion viscose um brilho característico. Os raios de luz tocam a superfície da fibra que atua como um conjunto de espelhos côncavos que concentram a luz refletida.

A fibra de viscose é bastante branca e pura, apresentando apenas óleos de ensimagem. A molécula de celulose no raion viscose difere da celulose do algodão por ser bem menor, da ordem de 1/8 e 1/10 do comprimento da do algodão. O teor cristalino é de apenas 30 a 35%.

Pelo processo químico de fabricação do raion viscose se formam diversos outros grupos diferentes das hidroxilas na celulose que levam esta fibra a exigir certos cuidados nos processos de beneficiamento químico e também no manuseio dos artigos confeccionados.

ii. Poliamida (Nylon)

A definição de nylon, segundo a Federal Trade Commission – FTC, é uma fibra formada por uma longa cadeia de poliamida sintética, onde até 85% do grupo amida está ligada diretamente a dois anéis aromáticos.



Ilustração 5: Fibra de Poliamida.

Esta definição cobre os dois tipos de poliamidas ofertados no mercado internacional das fibras sintéticas, a poliamida 6 e a poliamida 6.6. Os dois tipos são isômeros e possuem os mesmos elementos, contudo os polímeros estão dispostos de maneira diferente. Sendo que estas diferenças na estrutura do polímero causam diferentes propriedades nas fibras. Apesar do processo de fabricação das duas estruturas ser conhecida desde a época da primeira experimentação por parte da DuPont, a empresa optou pela utilização da poliamida 6.6 e talvez esta seja a principal justificativa pela predominância deste tipo de fibra pelo mercado Norte Americano.

A estrutura molecular da poliamida é altamente orientada e as fibras são de 50 a 80% cristalinas, conferindo uma grande resistência à fibra. A sua alta resistência dificulta o rompimento do fio

durante vários processos de manufatura têxtil. Em vários segmentos têxteis, como a fabricação de meias, calções, jaquetas e agasalhos esportivos, a mistura de algodão e poliamida está sendo cada vez mais utilizada, em virtude das seguintes características de produtos que resultam da mistura: maior resistência à lavagem, secagem mais rápida, maior diferenciação no aspecto visual, praticidade no uso, melhor afinidade tintorial, maior estabilidade dimensional, cimento e toques variados e maior poder de transpiração do tecido.

iii. Poliéster

Após a descoberta da poliamida, um grupo inglês de pesquisa sediado na Imperial Chemical Industrie – ICI, concentrou esforços no desenvolvimento da síntese do poliéster. Estes experimentos levara então à produção da fibra de poliéster.



Ilustração 6: Fibra de Poliéster.

A fibra de poliéster mais comum é conhecida por PET, abreviação da palavra inglesa (Polyethylene Terephthalate). O PET é formado pela reação do ácido tereftálico (DMT) e o etileno glicol, na presença de calor e de catalizadores. A policondensação, que exige um período de tempo que vai de 5 a 8 horas, é efetuada sob pressão reduzida, a uma temperatura próxima dos 300° C, para que o polímero fique suficientemente fluído, e o etileno glicol que se forma possa ser arrastado pela destilação. Após a policondensação, o polímero é recolhido e solidificado por jatos de água fria e cortado em grãos regulares que apresentam muitas vezes, uma forma cúbica. Uma vez secos estes grânulos são fundidos e conduzidos através de fieiras por meio de bombas e na saída das fieiras os filamentos são solidificados numa corrente de ar frio. Após os tratamentos finais, os filamentos sofrem um alongamento, o qual irá definir o diâmetro deste e pode ser 4 a 5 vezes o comprimento inicial.

Entre todas as fibras não-naturais, o poliéster domina o mercado. A quantidade em uso do poliéster deve-se principalmente à sua versatilidade. Para se ter uma idéia, o poliéster pode ser encontrado como uma matéria-prima na forma de fibra a ser misturada a outras fibras e aí ser fiada, ou na forma de filamentos lisos, ou filamentos texturizados e ainda na forma de micro-fibras. A seção transversal do poliéster pode ser modificada para criar uma diversidade de tecidos com inúmeras características

especiais, como brilho, toque e cimento. O poliéster hoje pode ser encontrado em diversos segmentos e produtos têxteis, desde uma corda até a mais delicada camisa. A grande vantagem do poliéster que deve ser ressaltada é a sua alta estabilidade dimensional, quando este sofre um processo de termofixação. Se o poliéster não for termofixado, ele terá um certo grau de encolhimento quando em contato com temperaturas elevadas. Além disso, o poliéster quando úmido não altera a sua forma e, portanto, não encolhe e pode estabilizar os tecidos quando misturado com outras fibras.

iv. Acrílico

Embora sendo a menos consumida dentre as fibras sintéticas têxteis, o acrílico, por suas características, ocupa espaço próprio no setor de confeccionados têxteis como o melhor substituto da lã. Por possuir má condutividade térmica, o acrílico tem sido o substituto natural para a lã, especialmente em países de clima subtropical. A taxa de reabsorção padronizada do acrílico é de apenas 2,5%. Outra propriedade interessante das fibras acrílicas é sua alta resistência às intempéries, o que as torna adequadas à aplicação em toldos e estofamentos náuticos. Tem larga aplicação na fabricação de artigos de inverno.



Ilustração 7: Fibra de Acrílico.

v. Elastano

O desenvolvimento da fibra de elastano foi realizado pela DuPont por volta de 1950 e sua comercialização, com nome Lycra®, foi iniciada em 1958. Atualmente, esta fibra é produzida em oito unidades da DuPont localizadas em diferentes países do mundo. Existem outros produtores de elastano na Alemanha e na Ásia. A fibra elastano não é usada isoladamente, sua utilização industrial se dá sempre em conjunto com outras fibras, como a poliamida em maiôs e meias e o algodão em malharia ou tecelagem plana.

A fibra é obtida pela extrusão, através da fieira, numa atmosfera de vapor que promove as ligações transversais. O elastano é normalmente mantido incolor ou na cor branca leitosa pigmentada por dióxido de titânio. Como só é utilizado em combinação com outras fibras, são estas as efetivamente responsáveis pela cor do artigo final.

A principal propriedade destas fibras é conferir elasticidade aos tecidos convencionais (de malha ou tecidos planos), o que permite confeccionar peças de vestuário que aderem ao corpo, acompanhando as formas e movimentos.

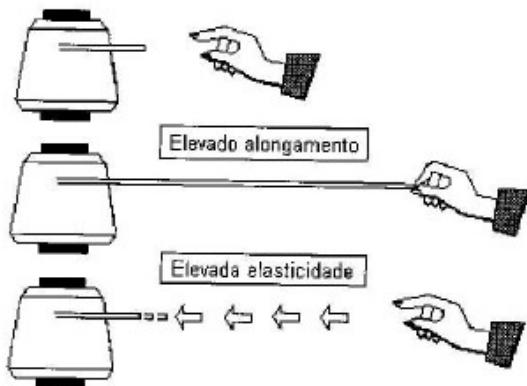


Ilustração 8: Características do Elastano.

Esta característica as torna particularmente apropriadas à confecção de roupas de praia, peças femininas, esportivas e íntimas, meias e artigos para aplicações médicas e estéticas.

vi. Microfibra

Recentemente foi desenvolvida uma nova variedade de fibra sintética, a microfibra, que surgiu no mercado por volta de 1990. Produzida a partir de acrílico, poliéster ou poliamida, ela se caracteriza por filamentos extremamente delgados e é utilizada na forma de fios multifilamentos. As características da microfibra permitem a fabricação de tecidos leves e de toque agradável.

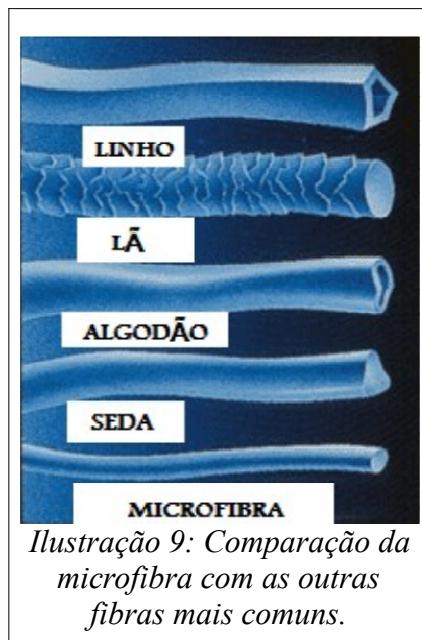


Ilustração 9: Comparaçao da microfibra com as outras fibras mais comuns.

É a terceira geração das fibras não-naturais e estão revolucionando o mundo das fibras têxteis. Com

a microfibra, nasceu um novo conceito de fibras sintéticas: fibras confortáveis e agradáveis ao uso, que atende às exigências das mais variadas aplicações, com grande facilidade na manutenção e alta durabilidade. É um fio têxtil que se caracteriza pelo seu reduzido diâmetro ou título, expresso em decitex (dtex).

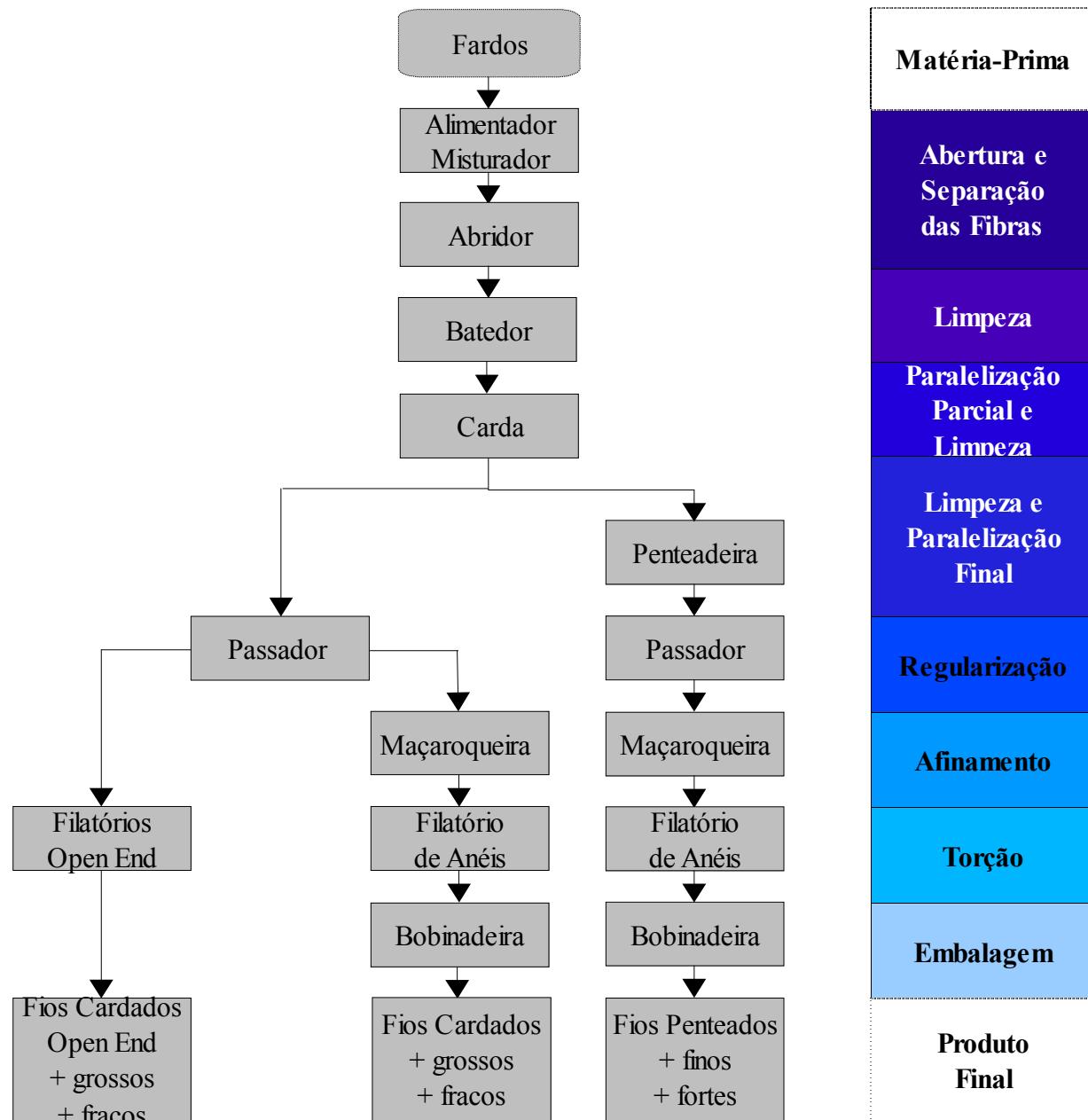
Os tecidos fabricados em microfilamentos de poliamida e poliéster oferecem um novo toque, que alia suavidade, maciez e contato agradável. Essas características podem ser otimizadas com acabamentos como a lixagem, que resulta num aspecto de pele de pêssego. E por sua baixa resistência à flexão, as microfibras conferem aos tecidos uma grande fluidez e um excelente caimento.

A textura dos tecidos fabricados em microfilamentos é muito fina, e por esta razão, são mais suscetíveis ao atrito do que outros tecidos. Com relação ao acabamento, todos os parâmetros devem ser modificados quando são utilizadas as microfibras. Por exemplo: no tingimento, a quantidade de corantes para se obter um mesmo padrão de cor é sensivelmente maior, isso se justifica pela maior superfície de filamentos a serem tingidos. A textura suficientemente fechada e a extrema finura dos filamentos conferem aos tecidos: impermeabilidade à água e ao vento e permeabilidade ao vapor d'água.

Os Fios Têxteis e a Tecnologia da Fiação

O fio têxtil é o produto final da etapa de fiação, sendo que sua característica principal é o diâmetro ou espessura (teoricamente chamado de título do fio). O fio têxtil pode ser fabricado a partir de fibras naturais, artificiais e sintéticas, que são a matéria-prima utilizada. No que concerne ao tipo de matéria-prima utilizada no Brasil, constata-se que cerca de 70% desta fibra de algodão, 25% de fibras artificiais e sintéticas e 5% de linho, lã, seda, e outras.

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 parcial e limpeza, limpeza e paralelização final, regularização, afinamento, torção e embalagem.



Desenho 4: Fluxograma do Processo de Fiação - Fonte: Mariano (2002, p. 20).

Perante o fluxograma ilustrado na figura acima, temos três tipos de fios determinados pelo seu fluxo produtivo, que inicia-se no depósito de fibras pelos fardos de algodão estocados e se estende até a área que prepara seu acondicionamento para ser enviado para o setor de malharia ou tecelagem, quando produzido em uma empresa com cadeia produtiva integrada ou enviado para um cliente externo, ou seja, quando produzido o fio para fornecimento a outras empresas têxteis. Conforme o fluxo produtivo pode-se ter: Fios Penteados, Fios Cardados e Fios Cardados Open End.

Fios Penteados

Produzidos a partir do sistema de filatório anel (também chamado de método convencional). O fio é produzido passando pelo processo de penteagem que retira da matéria-prima as impurezas e fibras curtas. Na fase de fiar (filatórios), passa pelo filatório de anéis. Apresenta seis fases de processamento e utiliza mais pessoas, maior número de máquinas e, também uma maior área construída. Uma das vantagens deste sistema é a flexibilidade de produção, pois permite produzir fios de qualquer espessura, além de produzir um fio de maior resistência e consequentemente, de maior valor agregado.

Fios Cardados

Fios também produzidos a partir do sistema anel (método convencional), porém apresenta uma fase a menos do que os fios penteados, justamente a fase de separação das fibras curtas das longas, que conforme a ilustração acima, é realizada com os fios penteados, gerando, desta forma, fios mais fracos e grossos do que os fios penteados.

Fios Cardados *Open End*

Os fios produzidos por esse processo são mais grossos e fracos. São produzidos pelo menor fluxo produtivo entre os tipos de fios, passando pela carda, passador e filatório a rotor (*open end*).

A capacidade produtiva de uma fiação é determinada pelo tipos de filatórios utilizados. Existem três tipos básicos que se distinguem pela velocidade de produção, pelos níveis de automação atingidos e pela qualidade e espessura do fio produzido. São eles: os filatórios de anéis, de rotores ou *open end* e os filatórios *jet spinner*.

Os filatórios de anéis realizam o estiramento do pavio de algodão conjugado com uma torção do fio. São bastante versáteis, pois possibilitam a produção de fios de todo tipo de espessura. Os filatórios de rotores ou *open end*, possuem uma maior produtividade que os filatórios de anéis, porque podem atingir maior velocidade de produção. Este tipo de fiação elimina algumas etapas de produção que existem na fiação de anéis, porém, sua produção é limitada à produção de fios mais grossos com resistência inferior ao fio de mesma espessura produzido pelo filatório de anéis. Estes fios são destinados em grande parte à produção de tecidos tipo índigo (*jeans*). Os filatórios *jet spinner* possibilitam maior produtividade do que os anteriores, também podem ser destinados à produção de fios mais finos. Este equipamento é recente em nível mundial e, no Brasil, sua utilização é bastante restrita.

I. Titulação dos Fios

i. Histórico

Os mais antigos documentos situam os primórdios da titulação de fios ao século XVI, na França, quando o título de um fio de seda era dado pelo peso de 8 meadas com comprimento de 120 varas cada, totalizando 9.600 varas. O comprimento de uma vara era baseado na medida do braço humano e variava de país para país, correspondendo a 1,125 m na França, de maneira que 9.600 varas correspondiam a 10.800 m (na Inglaterra uma vara correspondia a 1,143 m ou 45 polegadas inglesas).

Um dos primeiros atos de Francisco I quando assumiu o reinado da França (entre 1.515 e 1.547 d.C.), foi introduzir a manufatura da seda em Lyon, Paris, St. Etienne e outras cidades, o que lhe valeu o título de “Pai da Indústria da Seda”. Ele estabeleceu que o fio dessa fibra seria, a partir de então, dimensionado pela quantidade de **deniers** necessários para equilibrar uma balança que tinha em outro prato meada de fio com 400 varas (450 m) de comprimento.

O **denier** é a palavra francesa do original latino *denarius* (que deu origem, em português, à palavra **dinheiro**), e era o nome de uma pequena moeda (figura ao lado), de baixo valor, utilizada antes e durante o império de Júlio César. Foi utilizada pela primeira vez fora de Roma durante a Guerra Gálica (58 a 52 a.C.), onde hoje é a França. Quando da morte de Júlio César (44 a.C.), a moeda deixou de ser utilizada e foi esquecida, até que Francisco I resolveu utilizá-la na titulação de fios de seda.



Ilustração 10: Denarius de Hadrian.

Desta maneira, se a balança com 400 varas (450 m) de fio em um dos pratos era, por exemplo, era equilibrada por 15 moedas, então o fio é de 15 deniers. Fios de 20 deniers e de 30 deniers necessitam respectivamente, 20 e 30 moedas para equilibrar a balança com 400 varas (450 m) de fio de seda. Um denarius pesava 0,053 gramas.

A partir de 1873, estabeleceu-se que o denier passaria a corresponder à massa em gramas, de 9.000 m de fio. Esse sistema é ainda utilizado na titulação de fios de seda tendo já sido utilizado na titulação de fios em forma de filamentos contínuos, como a viscose, a poliamida e o poliéster, sendo hoje substituído pelo sistema **decitex** (ou, abreviadamente, **dtx**), que corresponde à massa do fio em gramas para 10.000 m de fio.

ii. Sistema Direto de Titulação

Como pode-se observar estes sistema possui a massa (em gramas) por comprimento (em metro) de fio, diretamente proporcional à sua “espessura”, (ou seja, pode-se afirmar que quanto maior é a massa por comprimento de um fio, mais “espesso” ele é), e que por isto são conhecidos por

sistemas diretos de titulação, o que não significa que o título seja diretamente proporcional ao seu diâmetro.

Apesar dos sistemas denier e dtex serem os mais conhecidos, não são os únicos diretos. O dtex é um submúltiplo do sistema tex que, evidentemente, também é um sistema direto de titulação. Este sistema foi desenvolvido pelo *The Textile Institute* (em Manchester, Inglaterra), sendo divulgado em 1945, com a finalidade de ser utilizado como um sistema universal de titulação. Lamentavelmente ainda é pouco utilizado mundialmente, apesar da maior parte dos países terem criados normas nacionais considerando o sistema tex como oficial. Isto ocorre também no Brasil (norma Inmetro NBR 8427), porém apenas as empresas produtoras de fibras químicas adotaram plenamente o sistema (utilizando o dtex para a titulação de fibras contínuas e descontínuas).

O **tex** é um sistema bastante simples de se trabalhar, admitindo submúltiplos como o **decitex** (ou **dtx**), cuja base é 1 grama por 10.000 metros, utilizado principalmente em filamentos, ou **militex** (ou **mtex**), correspondendo a 1 grama por 100.000 metros, utilizado na titulação de fibras individuais, admitindo também múltiplos, como o **quilotex** (ou **ktx**) que é utilizado na titulação de cabos que apresentam maior massa por metro. O **ktx** é o equivalente a 1 grama por metro.

iii. Sistema Indireto de Titulação

Os sistemas indiretos de titulação tomam como base a massa fixa e o comprimento variável, ao contrário do que acontece com os sistemas diretos de titulação onde a base é comprimento fixo e massa variável. Neste caso o título do fio é indiretamente proporciona à sua “espessura”.

Os sistemas de titulação mais conhecidos são: o título inglês (para fios fiados em processos de fibra curta), estabelecido pela quantidade de meadas de 840 jardas (768,1 m) para se obter 1 libra (453,6 g) de fio e o título métrico (para fios fiados em processo de fibra longa) estabelecido pela quantidade de meadas de 1.000 metros cada para se obter 1.000 gramas de fio. O título inglês é usualmente abreviado por **Ne**, enquanto que o título métrico é usualmente abreviado por **Nm**.

Fórmulas para Obtenção do Título do Fio

O título é uma relação entre massa e comprimento onde, dependendo do sistema, um deles é fixo e o outro é variável. Pode-se então estabelecer fórmulas para se conhecer a variável desconhecida sabendo-se duas das outras entre título, peso e comprimento.

Para o sistema direto de titulação a fórmula adotada é:

$$m \times k = c \times T$$

onde:

m = peso (massa) do fio, em gramas;

k = valor constante resultante da divisão do comprimento fixo pela base massa que são:

$$9.000 \text{ para denier} = 450 \text{ metros} \div 0,05 \text{ grama}$$

$$1.000 \text{ para tex} = 1.000 \text{ metros} \div 1 \text{ grama}$$

$$10.000 \text{ para dtex} = 10.000 \text{ metros} \div 1 \text{ grama}$$

$$1 \text{ para ktx} = 1 \text{ metro} \div 1 \text{ grama}$$

c = comprimento do fio, metros;
T = título do fio.

Ou seja: a massa do fio multiplicado pela constante é igual ao comprimento multiplicado pelo título.

Exemplos de aplicação da fórmula:

- a) Um fio com 5.000 metros de comprimento e 55,6 gramas de peso tem denier igual a:

$$55,6 \text{ gramas} \times 9.000 = 5.000 \text{ metros} \times T$$

$$\text{logo, } T = \frac{55,6 \times 9.000}{5.000} = 100 \text{ denier}$$

- b) Um fio com título 150 dtex e 20.000 metros de comprimento tem massa em gramas igual a:

$$m \times 10.000 = 20.000 \text{ metros} \times 150 \text{ denier}$$

$$m = \frac{20.000 \times 150}{10.000} = 100 \text{ denier}$$

- c) Um fio com título 20 tex e 500 gramas de peso tem comprimento em metros igual a:

$$500 \text{ gramas} \times 1.000 = c \times 20 \text{ tex}$$

$$\text{logo, } c = \frac{500 \times 1.000}{20} = 25.000 \text{ metros}$$

Para o sistema indireto de titulação a fórmula adotada é:

$$c \times k = m \times T$$

onde:

c = comprimento do fio, em metros;

k = valor constante resultante da divisão da massa fixa pela base de comprimento que são:

0,59 para Ne = 453,6 gramas ÷ 768,1 metros

1 para Nm = 1.000 gramas ÷ 1.000 metros

m = peso (massa) do fio, em gramas;

T = título do fio.

Ou seja, o comprimento do fio multiplicado pela constante é igual ao seu peso multiplicado pelo título.

Exemplos de aplicação da fórmula:

- a) Um fio com 25.000 metros de comprimento e 368,8 gramas de peso tem o título inglês (Ne) igual a:

$$25.000 \times 0,59 = 368,8 \times T$$

$$T = \frac{25.000 \times 0,59}{368,8} = Ne\ 40$$

b) Um fio com título Ne 20 e 1.500 gramas de peso tem comprimento em metros igual a:

$$c \times 0,59 = 1.500\ g \times Ne\ 20$$

$$\text{logo, } c = \frac{1.500 \times 20}{0,59} = 50.847\ \text{metros}$$

iv. Resumo dos Principais Sistemas de Titulação

Em resumo, os principais sistemas de titulação, seus símbolos e constantes, estão indicados na tabela abaixo:

Sistema	Fórmula	Titulação	Símbolo	Constante (k)	Utilização
direto	$m \times k = c \times T$	denier	denier	9.000	Filamentos contínuos
		militex	mtex	1.000.000	Fibras
		decitex	dtex	10.000	Filamentos contínuos
		tex	tex	1.000	Fios em geral
		quilotex	ktx	1	Filamentos contínuos
indireto	$c \times k = m \times T$	inglesa	Ne	0,59	Fios de fibra curta
		métrica	Nm	1	Fios de fibra longa

Tabela 5: Principais Sistemas de Titulação de Fios.

v. Conversão de Sistemas de Titulação de Fios

A tabela abaixo possibilita a conversão entre os principais sistemas de titulação:

	ktx	tex	dtex	denier	Nm	Ne
ktx		ktx . 1.000	ktx . 10.000	ktx . 9.000	1/ktx	0,59/ktx
tex	tex/1.000		tex . 10	tex . 9	1.000/tex	590/tex
dtex	dtex/10.000	dtex/10		dtex . 0,9	10.000/dtex	5.900/dtex
denier	denier/9.000	denier/9	Denier/1,1		9.000/denier	5.320/denier
Nm	1/Nm	1.000/Nm	10.000/Nm	9.000/Nm		Nm . 0,59
Ne	0,59/Ne	590/Ne	5.900/Ne	5.320/Ne	Ne . 1,69	

Tabela 6: Formulário de Conversão entre Sistemas de Titulação.

II. Torção de Fios: Aspectos Teóricos

No conceito geral, torção pode ser definida como: “disposição espiral do(s) componente(s) de um

fio que é usualmente o resultado da torção relativa de suas extremidades”. Em conceito mais específico, pode-se definir torção de fio como: “*número de voltas que possui, por unidade de comprimento*”, ou seja, torções/m, torções/cm, torções/polegadas, etc. Quando da introdução do Sistema Internacional de Unidades (SI), nos diversos países, a unidade de torção ficou determinada em torções/m ou em casos específicos, em torções/cm. Observa-se, entretanto, que grande parte das nossas indústrias utiliza ainda a unidade de torções/polegada, contrariamente às normas técnicas.

i. Finalidade da Torção

A torção tem a finalidade de “*evitar que as fibras deslizem uma sobre as outras*”. A torção é essencial para fornecer uma certa coesão mínima entre as fibras, sem a qual um fio que precisa ter significante resistência à tração não pode ser manufaturado. Esta coesão é dependente das forças de fricção fornecidas pela pressão lateral entre as fibras, surgidas pela aplicação de uma carga de tensão ao longo do eixo do fio. Com a introdução dos fios de filamentos contínuos, entretanto, a finalidade da torção deve ser reconsiderada. Em fios de filamentos contínuos, a torção não é necessária para dar-lhes resistência à tração, mas é necessária para possibilitar uma resistência satisfatória à abrasão, à fadiga ou aos outros tipo de avarias associadas a forças outras que não *força de tensão* e tipificado pelo rompimento de filamentos individuais, resultando no total rompimento da estrutura. Alta torção produz fio *duro* que é altamente resistente a avarias desse tipo. A finalidade da torção em fios de filamentos contínuos é, portanto, produzir uma estrutura coesa, que não pode ser desintegrada por forças laterais.

ii. Direção da Torção

O fio pode ter duas direções de torção: **S** e **Z**. A verificação da direção da torção de um fio pode ser feita pela inclinação dada das fibras. A direção de torção **S** é obtida pela torção das fibras no sentido horário e a inclinação delas é no sentido da esquerda quando observada de baixo para cima, confundindo-se assim com a porção central da letra **S**, conforme mostra a figura abaixo:



Ilustração 11: Torções Z e S, respectivamente.

A direção de torção **Z** é obtida pela torção das fibras no sentido anti-horário, e a inclinação delas é no sentido da direita quando observada de baixo para cima, confundindo-se assim com a porção central da letra **Z**, conforme a mesma figura acima.

iii. Cálculo da Torção

Diversas fórmulas são utilizadas para o cálculo de torção. Provavelmente as mais conhecidas são:

$$\text{torção/pol} = \alpha_e \times \frac{N_e}{e}$$

Onde:

α_e = fator ou coeficiente de torção (inglês);

N_e = título inglês do fio.

$$\text{torção/m} = \alpha_m \times \frac{N_m}{m}$$

Onde:

α_m = fator ou coeficiente de torção (inglês);

N_m = título métrico do fio.

A quantidade de torções pode ser expressa também em torções/cm, estando ainda dentro das especificações do SI. Para se converter torções/pol em torções/m, basta multiplicar a quantidade de torções/pol por 39,37. Desejando-se a quantidade de torções/cm, deve-se multiplicar por 0,3937, ou, dividir por 2,54.

III. Tecnologia da Fiação

i. Introdução

Esta etapa da cadeia têxtil tem como objetivo transformar as fibras em fio. Na pré-história o processo de fiação era realizado manualmente, onde um chumaço de fibras (lã, algodão ou linho, por exemplo) era estirado e depois torcido. Nas antigas Grécia e Roma o processo de fiação era realizado por um aparelho chamado ROCA. Uma evolução da roca primitiva foi a invenção da roca com tambor onde a fiadora podia ficar sentada. Com a revolução industrial da Inglaterra, automatizou-se o processo de fiação, transformando as rocas em máquinas que chamamos nos dias de hoje de Filatérios.

ii. Definição

O processo de fiação consiste, essencialmente, em transformar a matéria-prima fibrosa, previamente tratada, em um fio, com relação de massa por unidade de comprimento (título) desejada por meio de um conjunto de operações previamente determinadas. As características físicas da matéria-prima fibrosa condicionam e definem o processo de fiação a ser utilizado, bem como o fio mais fino (com menor relação massa por unidade de comprimento) que pode ser produzido.

O conjunto de operações básicas para a formação dos fios compreende quatro operações distintas:

Abertura

É a operação mediante a qual as fibras naturais de origem vegetal, animal, mineral ou química, são

submetidas, por meio de máquinas, a uma quantidade máxima possível de separação, objetivando facilitar os processos subsequentes.

Limpeza

É o processo de eliminação de corpos estranhos contidos nas fibras. As operações de abertura e limpeza são concomitantes e a eliminação das impurezas se dá por meio da ação da força centrífuga (gerada pela rotação dos órgãos abridores) fazendo as fibras (material mais leve) seguirem em frente no processo (fluxo de corrente de ar) e as impurezas caírem, sendo aspiradas para uma central de filtros.

Estiragem

É o afinamento de uma massa de fibras provocado pela maior velocidade periférica de saída em relação à velocidade periférica de entrada (trem de estiragem). A operação de estiragem, nas fibras naturais, proporciona o paralelismo das mesmas nos diferentes estágios da fiação e também concede ao produto final, que é o fio, propriedades físicas importantes, tais como resistência e alongamento.

iii. Características dos Fios que Influenciam na Comercialização

Pureza

Tanto o algodão como a lã contêm uma elevada quantidade de impurezas que são em grande parte removidas por processos de limpeza. Quanto mais elevado for o percentual de impurezas menor será a qualidade do fio.

Resistência

É a capacidade que o fio tem de resistir aos esforços aos quais venha a sofrer nos processos posteriores para sua transformação em tecidos.

Flexibilidade

É a capacidade do fio de ser submetido a flexões e torções sem alterar suas características.

Torção

Tem grande influência na resistência do fio.

Regularidade

A uniformidade do fio têxtil é uma das mais importantes propriedades de qualidade, pois ela determinará a qualidade do tecido (barrantos) e do processo (paradas de máquinas).

Título

O título do fio é uma expressão numérica que define a sua espessura. Devido às variadas formas de seção dos fios e suas irregularidades, o diâmetro do fio não é o parâmetro mais indicado para exprimir a sua espessura exata. Logo, como alternativa foi criar um sistema que faz uma relação

entre peso e comprimento do fio. Esse sistema é chamado de titulação ou títulodo fio.

iv. O Processo de Fiação

Para a obtenção dos Fios Têxteis são necessários vários processos que podem ser subdivididos de acordo com a tabela abaixo:

Fiação Convencional	Abertura Automática ou Manual
	Batedores
	Cardas
	Passadores
	Reunideiras/Penteadeiras*
	Maçaroqueira
	Filatórios de Anéis
	Bobinadeiras/Conicaleiras
	Retorcedeiras
Fiação Não Convencional (Open End)	Abertura Automática ou Manual
	Batedores
	Cardas
	Passadores
	Filatórios Open End (Rotor)

Tabela 7: Fluxograma dos Processos de Fiação. *Reunideiras e Penteadeiras somente quando o fio é penteadoo.

v. Descrição dos Processos

Abertura

As matérias-primas, notadamente o algodão (em função de ser a fibra mais consumida mundialmente), apresentam-se na forma de fados compactados, com peso em torno de 200 kg cada, assim como outras fibras, a exemplo do linho e poliéster.

Ao chegar à indústria o algodão na forma de fardos é preparado para ser processado para a transformação em fio, seguindo as etapas a seguir:

a) Coletas de Amostras e Recebimento

Com a chegada dos fardos à empresa, estes são descarregados em local apropriado (livres da ação do sol e da chuva) onde são retiradas amostras, que serão analisadas no laboratório de fiação. O propósito desta análise é o de verificar a quantidade de água na amostra: conhecida como regain, ou seja, para haver a certificação, que está sendo adquirido um algodão com a quantidade tolerável de água. Outra análise que é efetuada é a análise do tipo do algodão, nesta análise é verificada a aparência do algodão contra padrões de classificação. Através desta classificação o algodão é

valorizado no mercado. O tipo 1 é o algodão mais caro (mais limpo) e o tipo 7 o outro extremo é o algodão mais barato (mais sujo – cascas, restos de sementes, fibras mortas e sujeira de terra), além de testes das características da fibra: teste de comprimento feito no fibrógrafo e da maturidade feito no micronaire.

b) Armazenagem



Ilustração 12: Armazenagem.

Os fardos são posicionados no depósito conforme suas propriedades, o que irá facilitar o plano de mistura da fiação.

c) Sala de Abertura



Ilustração 13: Abridor de Fardos.

Os fardos são transportados em empilhadeiras, do depósito até a sala de abertura e, ali, são dispostos lado a lado. A abertura é feita por um equipamento, automático ou manual, que coleta pequenas porções de cada fardo e as submete a batimentos para remoção de impurezas.

Essas impurezas, que consistem de cascas, galhos, folhas, areia e barro, entre outras, são removidas – em grande parte – nesses batedores. Dos batedores, as fibras são transportadas ao processo de cardagem. Geralmente o transporte é realizado por tubulações.

Produto de entrada: algodão em pluma

Produto de saída: flocos de algodão

d) Cardagem



Ilustração 14: Carda.

A cardagem propicia a obtenção de uma mecha de fibras. Sua finalidade é a limpeza mecânica das fibras, assim como o início do processo de estiramento e torção, princípios destinados a obtenção das qualidades finais dos diversos tipos de fios.

A cardagem engloba o conjunto das operações efetuadas sobre a carda. Inicialmente a cardagem era feita manualmente com um par de pequenas escovas ou cardas.

O principal objetivo da cardagem consiste em separar as fibras umas das outras, libertando-as das impurezas que ainda possam estar na matéria-prima. A carda possibilita ainda uma mistura mais íntima das fibras.

Na carda se dá a continuação da abertura e limpeza das fibras. É o início do processo de paralelismo e estiragem da massa de fibras.

Produto de entrada: manta

Produto de saída: fita de carda

e) Passadores

Tem como objetivo uniformizar o peso por unidade de comprimento, paralelizar as fibras através da estiragem e misturar as fibras. A idéia básica da estiragem por cilindros é simples. A fita é introduzida num par de cilindros giratórios com velocidade e posteriormente esta fita de algodão entra em outro par de cilindros movimentando-se a uma velocidade maior, por exemplo, seis vezes maior que a do primeiro par, a fita resultante será seis vezes mais comprida e fina que a introduzida no primeiro par de cilindros.

A uniformização da qualidade das fibras é realizada nos passadores. Sua função é efetuar a mistura de várias fitas de carda para a obtenção de uma nova. Isso é realizado com a passagem das várias fitas (4, 8 ou 16) por um sistema de junção, com posterior estiramento e torção, para obtenção de fitas com melhor uniformidade.



Ilustração 15: Passador.

Juntamente com a estiragem ocorre a paralelização das fibras da fita, o que auxilia nos processos posteriores de fiação, a paralelização alcançada com o atrito que se forma entre as fibras quando estas se deslocam em relação umas às outras resultam no endireitamento destas fibras.

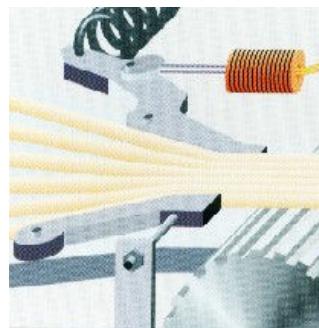


Ilustração 16: Entrada das Fitas da Carda.

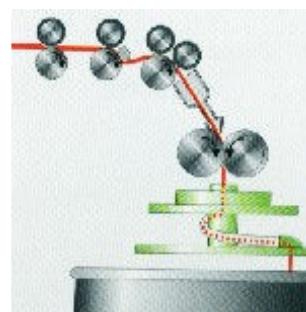


Ilustração 17: Saída da Fita do Passador.

Este fenômeno pode facilmente ser observado se pegarmos uma porção de fita entre as duas mãos e esticando-a. As fibras, que antes estavam encaracoladas e cruzadas em todas as direções em relação ao eixo da fita, começam a endireitar logo que o movimento relativo das fibras se inicia. Este endireitamento das fibras dará ao fio, brilho e resistência.

Mistura Dinâmica de Fios: Utilizando-se, por exemplo, um passador, do qual entram seis fitas de matéria-prima, pode-se fazer uma mistura dinâmica, colocando-se três latas alternadas de algodão

com três de poliéster. Que irá gerar uma fita de passador com uma mistura dinâmica de 50% algodão com 50% poliéster. O produto de saída é a fita do passador.

Produto de entrada: 4, 6 ou 8 fitas de carda.

Produto de saída: 1 fita de passador.

f) Reunideira

Para o processo penteado, existe a necessidade de incluirmos três máquinas: a reunideira, a laminadeira e a penteadeira. A reunideira tem por objetivo reunir as fitas saídas da carda ou do passador e unir em forma de uma manta para alimentar a penteadeira.

g) Laminadeira

O objetivo desta máquina é o de reunir as mantas vindas da máquina anterior, para dar maior uniformidade à manta para poder alimentar a penteadeira. A laminadeira é alimentada por 4 a 6 mantas de reunideira.

h) Penteadeira

É denominado fio penteado aquele que é submetido a um processo mecânico de segregação das fibras curtas, realizado por um equipamento conhecido como penteadeira. Isto é feito através de um processo de penteação, onde os pentes retêm as fibras curtas que são segregadas. As fibras longas remanescentes, por sua vez, são novamente transformadas em fitas.

A penteadeira tem como objetivo uniformizar o comprimento das fibras, eliminando todas aquelas que não atinjam o comprimento adequado para obter fios finos e de boa qualidade. A intensidade da seleção será em função da qualidade do algodão que se trabalha.

A penteadeira permite ainda eliminar bastante “neps”, que são emaranhado de fibras e que prejudicam a qualidade do fio. O desperdício obtido na penteadeira, isto é, as fibras curtas, são ainda utilizadas por uma mistura com a matéria que alimenta os batedores, para obter fios de menor qualidade e mais grossos.



Ilustração 18: Penteadeira.

i) Maçaroqueira

Na primeira fase da fiação, utilizou-se o método da estiragem para obter uma melhor regularidade da massa da matéria fibrosa por unidade de comprimento, sem procurar uma grande redução da massa por unidade de comprimento, ou seja, a espessura da fita na saída da carda até a saída do

passador ou da penteadeira manteve-se a mesma.

No entanto, a finalidade da fiação é a obtenção do fio que é uma estrutura fibrosa linear com uma massa por unidade de comprimento bastante reduzida, sendo que para a fiação convencional de anel não é possível converter diretamente uma fita em fio, deve haver então um produto intermediário tanto em espessura quanto em torção, que é o pavio.

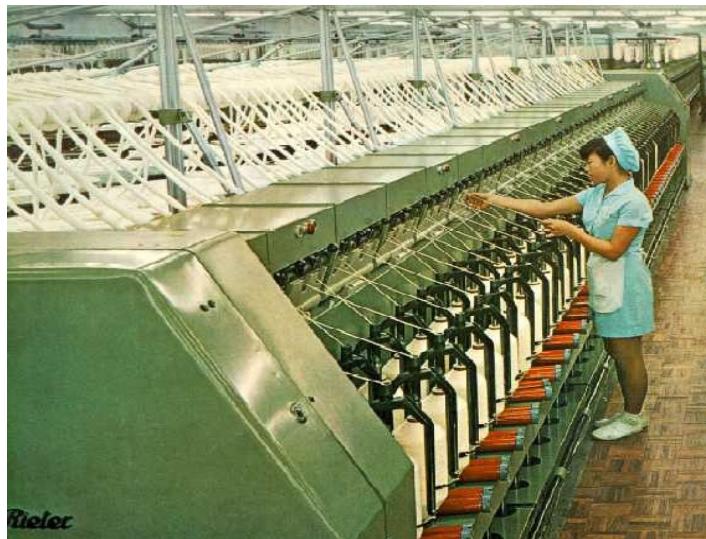


Ilustração 19: Maçaroqueira.

Assim sendo é necessário acrescentar mais uma máquina no processo de fiação, chamada maçaroqueira. As maçaroqueiras possuem por finalidade a transformação das fitas em fios, ainda de grandes dimensões, chamados pavios, com cerca de 3 a 5 mm de espessura. A transformação das fitas em pavios se dá por estiramento e torção, cujo processo é totalmente mecânico.

vi. Princípios de Fiação

Existem dois princípios fundamentais de fiação: **o convencional** e **o não convencional**. O primeiro é o da fiação **anel**, que pode produzir, simultaneamente, vários fios (entre 200 e 1100 bobinas simultaneamente), sendo cada unidade de fiação conhecida por fuso, que estão situados ao longo da máquina, repartidos em igual número para ambas as faces. O segundo é exemplificado pela fiação a **rotor**, conhecida como fiação **Open End**, que diferentemente do processo a anel, produz cerca de 300 bobinas simultâneas em um dos lados da máquina a velocidades muito superiores.

vii. Fiação Anel

Na fiação anel, cada fuso é alimentado por uma mecha, ou pavio (fita constituída de fibras com uma leve torção, produzida em uma máquina conhecida como maçaroqueira), que é posicionada na parte superior da estrutura do filatório.

A mecha passa primeiramente pelo sistema, ou trem de estiragem (conjunto de cilindros e manchões emborrachados que promovem, através da diferença de suas velocidades periféricas, o estiramento da massa fibrosa).

Na figura ao lado é possível observar o mecanismo de formação do fio em um filatório a anel, onde o fuso (1), é acionado por meio de uma correia, projetando-se para cima através do porta anéis (2) no qual se encontra fixo o anel (3). A canela (4), que tem a forma de um tubo, é montada no fuso de modo a girar com ele, podendo, entretanto ser facilmente removida para descarregar. Na borda do anel fica um viajante (5) com a forma de “C” e por cima do fuso fica o guia fio (6). Após o fios deixar a frente dos cilindros do trem de estiragem, passa no guia fios e então no viajante, enrolando-se seguidamente na canela. O separador (7) tem o objetivo de evitar que o balão do fio de um fuso interfira com o balão do fio de outro fuso vizinho.

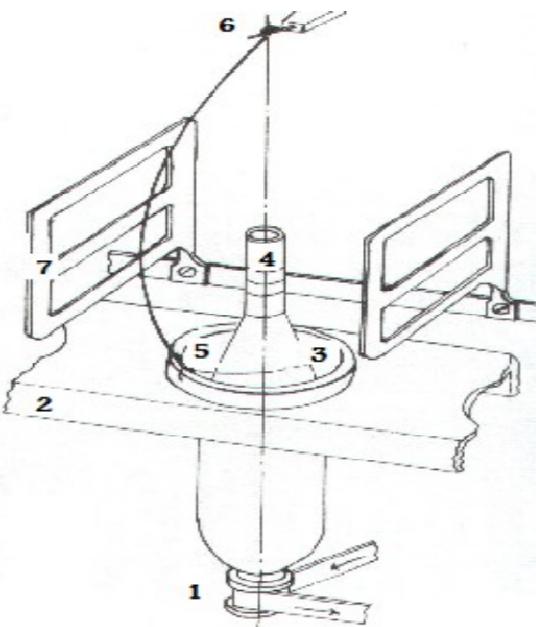


Ilustração 20: Fuso do Filatório de Anéis.

a) FIAÇÃO POR COMPACTAÇÃO

Na fiação de anel, pode-se citar como uma grande inovação a produção de fios com uma menor quantidade de pelos. Essa tecnologia faz com que as pontas das fibras fiquem mais próximas do corpo do fio, que exige uma menor torção e apresenta mais resistência, elasticidade e brilho. Durante sua produção acontecem menos rupturas e menos fibras ficam em suspensão na fiação, tecelagem e malharia, bem como há um aumento de eficiência nesses segmentos. Os tecidos produzidos com esses fios são mais macios, mais resistentes, possuem melhor resistência à abrasão e apresentam estampas e desenhos bem definidos. Além disso, a tendência à formação de *pilling* é reduzida. Esse processo possui uma zona de condensação pneumática após a estiragem, mantendo as fibras mais unidas antes de receberem a torção.



Ilustração 21: Sistema Fiação Anel Convencional e Sistema de Fiação Compacta. Fonte: Suessen EliTe.

viii. A Fiação a Jato de Ar (Jet Spinner)

Essa tecnologia, utilizada na formação do fio, está baseada na alimentação da fita no trem de estiragem, o que irá “afinar” a massa de fibras, havendo posteriormente uma inserção de falsa

torção no fio por dois cilindros com ar comprimido em sentidos opostos. O fio formado será enrolado em uma embalagem apropriada. O fio produzido possui na sua estrutura um conjunto de fibras paralelas no núcleo presas por fibras externas, todas do mesmo material. Torna-se muito importante o controle do número de fibras externas e a distribuição das fibras ao longo do fio.

Uma das grandes vantagens dessa nova tecnologia em relação àquelas já estabelecidas é a alta velocidade de produção, que fica em torno de 350 m/min. Isso significa cerca de duas vezes a velocidade dos filatórios a rotor e vinte vezes a do filatório de anel. Porém, essa tecnologia é limitada aos seguintes pontos: não se consegue produzir fios muito grossos, o toque é áspero e existe cerca de 5% de perda das fibras no filatório. A ilustração abaixo mostra um filatório de jato de ar.



*Ilustração 22: Filatório Jato de Ar.
Fonte: Romano (2003).*

ix. A Fiação a Rotor

Dentre os métodos não convencionais rotor (open end), jato de ar e fricção, o mais utilizado e com grande sucesso comercial inclusive, é o da fiação por rotor (open end). Este método de fiação tem uma melhor performance para fibras curtas.

Uma das maiores vantagens da fiação por rotor é devida ao fato de a aplicação da torção efetuar-se em separado do enrolamento do fio, o que permite altas velocidades no mecanismo de torção, enquanto o enrolamento acontece a uma velocidade muito mais baixa, agredindo menos o fio e as fibras que o compõem.

A fiação a rotor consiste na produção do fio diretamente da fita, o que evita a necessidade do pavio produzido pela maçaroqueira. Neste sistema, a fita (1) alimenta um cilindro desagragador e limpador (4), que desfaz a fita. Seguindo as fibras desfeitas da fita para o canal (6), puxadas por uma corrente de ar, indo cair dentro de uma turbina ou rotor (7) onde a força centrífuga impele as fibras contra a parede interior do rotor, entrando em contato com o anel de fibras. Cada revolução do braço do fio introduz uma volta de torção no fio que se encontra no tubo de saída (9). Parte desta torção retorna à superfície do rotor, através do braço do fio, que faz com que a ponta do fio iniciador fique entrelaçada com o anel de fibras que pode ser gradualmente “descascado” da superfície do rotor a fim de formar o fio.



Ilustração 23: Filatório Open End.

O processo Open End possui este nome por fundamentar-se na produção de fios de fibras descontínuas por qualquer método no qual a ponta da fita, ou da mecha, é aberta e separada, individualizando-se as fibras que a compõem, sendo reconstituída no dispositivo de fiação, a fim de formar o fio.

Na figura abaixo observa-se, em detalhe o processo de obtenção do fio Open End. Na parte inferior, a caixa de fiação, se dá a alimentação da fita de passador ou carda dispensando portanto, o processo conhecido como maçaroqueira, onde se produz o pavio.



Ilustração 24: Detalhe do mecanismo de fiação Open End (Autocoro Schlaefhorst).

Existem ainda muitos outros métodos de fiação não convencional, em que são produzidos fios com características distintas, melhor adaptados a diferentes artigos.

n) Bobinadeira/Conicaleira

O processo de fiação de anel produz o fio singelo em uma embalagem chamada de espula, a espula não pode ser utilizada para o processo de tecelagem, deve-se então mudar a embalagem do fio da espula para uma embalagem que possa ser utilizada para o processo posterior de tecelagem, esta embalagem é a bobina. O processo de mudança de embalagem é feito em uma máquina chamada de bobinadeira. A bobinadeira além da função de mudança de embalagem também possui a função de retirar as irregularidades do fio, como os pontos grossos e finos.



Ilustração 25: Bobinadeira.

o) Retorcedeira

O processo de fiação convencional produz fios, que são designados de fios singelos, com a característica principal das fibras estarem retorcidas em espiral em volta do eixo do fio. É possível reunir dois ou mais fios simples, combinando-os por meio de torção de modo a produzir um fio retorcido.



Ilustração 26: Retorcedeira.

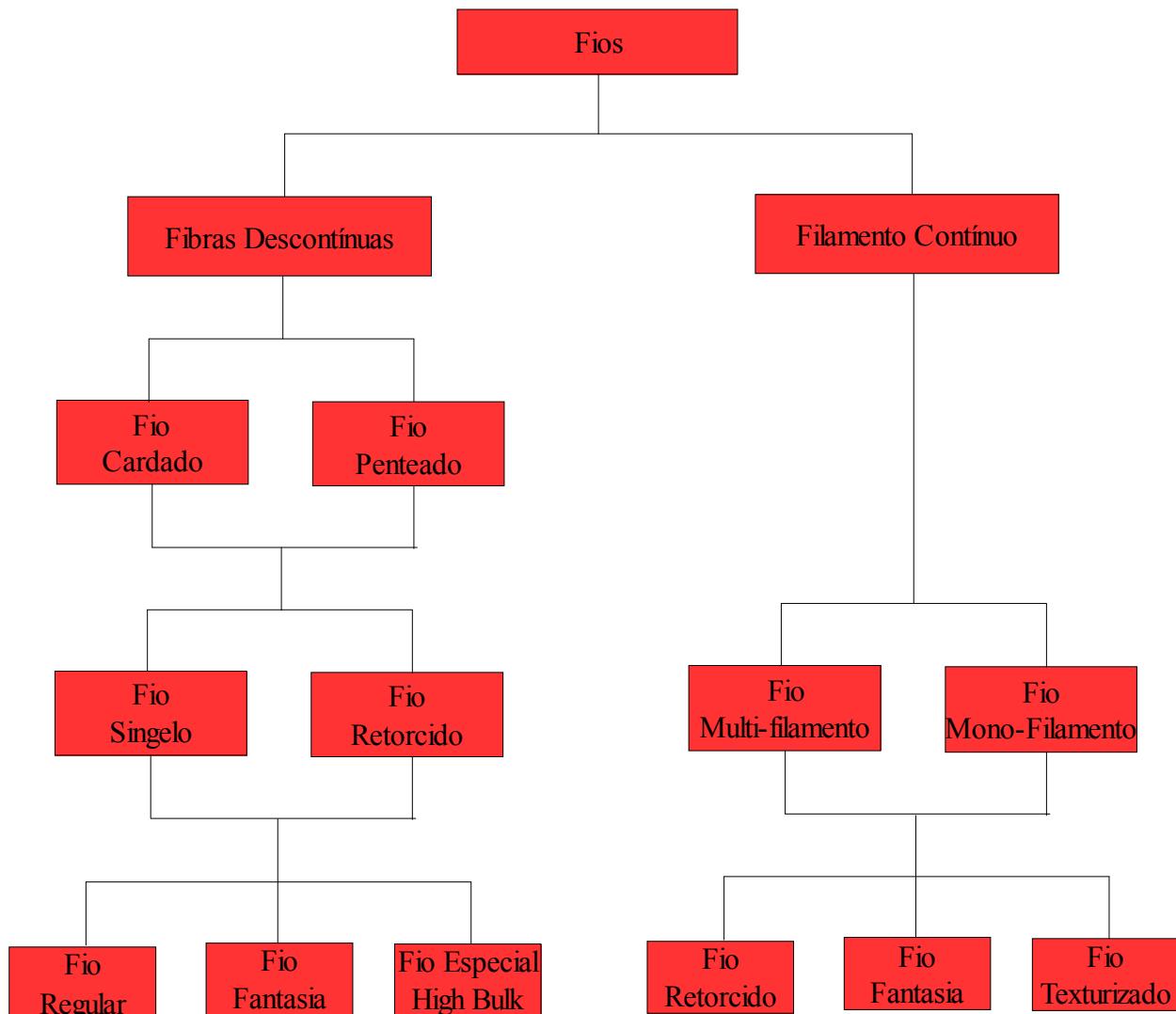
O princípio de funcionamento da retorcedeira consiste em alimentar os fios a serem retorcidos através de um par de cilindros, retorcendo-os em seguida por intermédio de um fuso de rotação.

x. Fios

Os fios são materiais constituídos por fibras naturais ou químicas, apresentando grande comprimento e finura, formado mediante as diversas operações de fiação. Eles se caracterizam por sua regularidade, diâmetro e peso, sendo que essas duas últimas características determinam o título do fio. Em geral, o fio pode ser definido como um agrupamento de fibras lineares ou filamentos, que formam uma linha contínua com características têxteis. Estas características têxteis incluem boa resistência (durabilidade) e alta flexibilidade.

O elo da cadeia têxtil representado pela fiação é composto por vários processos de fabricação que variam em função da matéria-prima utilizada e aplicação final do fio. A produção de filamento contínuo apesar de envolver uma alta tecnologia possui poucas máquinas, pois o fio é formado na primeira etapa do processo. A grande complexidade está no processo de fibras descontínuas para formar o fio fiado, que pode trabalhar com máquinas para fibras curtas ou fibras longas, sendo que a seqüência de máquinas para ambas é bem maior que o processo de filamento contínuo, já que para produzir o fio fiado é necessário abrir, limpar, afinar, torcer a massa de fibras.

xi. Classificação de Fios



Desenho 5: Classificação dos Fios Têxteis. Fonte: Romano (2003).

Devido a grande variedade de fios produzidos comercialmente, poderia parecer não haver um limite para o número de possibilidades funcionais e estéticas e para o número de fios distintamente diferentes.

Entretanto, devido à infinita variedade de aparências, os fios devem ser convenientemente classificados de acordo com suas propriedades físicas e características funcionais. Estas propriedades e características de uso dos fios dependem das propriedades físicas das fibras ou dos filamentos que o constituem como também da estrutura do fio.

Apresentação dos Fios

Algodão

Hoje, os fios de algodão apresentam-se puros e em combinações com a maioria das outras fibras têxteis, sendo o poliéster/algodão o mais famoso. Esta combinação é obtida durante o processo de fiação, quando as fibras são misturadas em proporções pré-estabelecidas. Esse tipo de mistura é chamado de mistura íntima.

As misturas mais usuais do algodão são:

- ★ 67% poliéster/33% algodão;
- ★ 50% poliéster/50% algodão;
- ★ 50% poliéster/35% algodão/15% linho.

As menos usuais, ainda existentes, são:

- ★ poliéster/algodão/viscose;
- ★ algodão/viscose;
- ★ algodão/acrílico.

Essas misturas visam a objetivos bem específicos. O poliéster é uma fibra que melhora a regularidade do fio, que confere a qualidade anti-rugas (não-amassa) e reduz custo final do produto. Por sua vez, o algodão entra com as qualidades naturais já mencionadas, da mesma maneira que o linho.

Fios de algodão recebem diferentes denominações, dependendo do processo de fiação com que foram obtidos. São singelos, quando se apresentam com um único cabo; e retorcidos, quando compostos por dois ou mais cabos.

Cardados: Geralmente compostos de algodão de qualidade média/baixa, com aproveitamento de 85 a 90% das fibras. Este fio é obtido em fiações convencionais.

Open End: Utilizam a mesma matéria-prima do cardado, com aproveitamento ligeiramente maior de

fibras (mais próximo dos 90%). O fio é obtido em fiações Open End de baixo custo operacional.

Penteados: Utilizam algodão de boa qualidade, com 75 a 80% de aproveitamento das fibras. O processo de fiação é mais longo (inclui o processo de penteagem) e os títulos dos fios, geralmente finos, encarecem o produto.

Mercerizados: Os fios são geralmente retorcidos e levam o nome de linha. Pode ser do tipo cardado, mas usualmente é um processo feito nos fios penteados. O fio mercerizado adquire aspecto sedoso, liso e brilhante, além de ter sua resistência aumentada e cores mais brilhantes e vivas.

A mercerização é obtida tensionando fortemente as meadas de fio em banho de solução de soda cáustica. O processo é lento e pouco produtivo, além de verificar-se uma perda de 8 a 10% no peso do fio. Esses fatores encarecem o produto final.

Os tecidos de algodão mais comuns são:

- ★ Popeline;
- ★ Tricoline;
- ★ Voile;
- ★ Organdi;
- ★ Cambraia;
- ★ Brim;

Utilização do Algodão: vestuário, cama, mesa, banho, acessórios, etc.

Lã

No Brasil, a lã apresenta-se geralmente em mistura. Se bem que alguns lanifícios ainda comercializam fios e tecidos de pura lã. O mais usual, entretanto, é que ela seja apresentada em mistura íntima com outras fibras, sendo o mais freqüente a mistura poliéster/lã.

As misturas mais usuais da lã são:

- ★ Poliéster/lã em misturas variadas: desde 80% poliéster/20% lã;
- ★ Até 50% poliéster/50% lã;
- ★ Viscose/lã em percentuais de misturas semelhantes ao poliéster/lã;
- ★ 50% poliéster/35% viscose/15% lã.

Como no caso do algodão, essas misturas visam principalmente à redução dos custos dos fios e, em segundo lugar, à obtenção da qualidade anti-rugas. Os fios de lã recebem diferentes denominações, dependendo do processo de fiação com que foram obtidos.

Cardados: São fios compostos por fibras de lã grossas e de resíduos resultantes da fiação penteada.

O aproveitamento é da ordem de 80% sobre a massa de fibras lavadas e prontas para o uso.

Penteados: Fios obtidos a partir de fibras finas e com baixo aproveitamento, geralmente em torno de 70%. O processo é mais longo e os fios obtidos são mais finos e mais caros.

Mesclas: São fios cardados ou penteados em que uma parte da massa de fibras foi tingida antes do processo de fiação e posteriormente mesclada com fibras não tintas. É possível também, que a mesclagem seja obtida a partir de fibras tingidas em duas ou mais cores.

Vigoreaux: São fios em que o efeito mescla é obtido mediante a estampagem das fibras antes do processo de fiação. Por ser um processo semi-artesanal, somente usado em fios penteados e de alta qualidade.

Os tecidos de lã mais usuais são:

- ★ Tela;
- ★ Crepe;
- ★ Camurça;
- ★ Tweed;
- ★ Gabardine;
- ★ Tricô.

Utilização da Lã: Vestuário masculino/feminino, meias, estofamento, etc.

Seda

Seda Grégia ou Crua: Fio de seda composto de, pelo menos, três filamentos desenrolados dos casulos, reunidos em um só cabo e colocados entre si pela sericina amolecida em água quente. Fios com cerca de 60 filamentos conhecidos por grégia grossa. Atingem o título de 180 denier, aproximadamente. A seda grégia ainda não passou por nenhum processo de beneficiamento.

Fio Tinto de Seda: Fio de seda desengomado (a sericina é eliminada), medianamente torcido, tinto e apto para tecer. Geralmente, utilizado na fabricação de tecidos tafetá de seda.

Linha Mole de Seda: Composto por dois ou até quatro cabos de fios tintos de seda, retorcidos entre si e utilizados para bordados.

Crepe de Seda: Fio de seda grégia excessivamente torcido.

Schappe “de Seda”: Trata-se de fio que passou pelo processo convencional de fiação, semelhante ao do algodão, lã ou linho.

As misturas mais usuais da seda são:

- ★ Poliéster/seda;
- ★ Poliéster/Viscose/Seda;
- ★ Viscose/Seda.

Os tecidos de seda mais usuais são:

- ★ Tafetá;
- ★ Shantung;
- ★ Organza.

Utilização da seda: Vestuário masculino/feminino de luxo, decoração, etc.

Viscose

Podemos encontrar a viscose sob muitos aspectos e até disfarces. De modo geral, temos que separar os fios de filamentos dos fios fiados (produzidos em fiações de fibras descontínuas).

Crepe de Viscose: Fio de filamento de viscose, excessivamente torcido.

Fios Fiados de Viscose: O filamento de viscose pode ser cortado em comprimentos desejados e processados em fiações apropriadas para algodão, lã ou linho.

Fio de Fibra Curta: Fio processado em fiação própria de algodão. A fibra é mais fina e sedosa e o tecido tem um toque muito macio, utilizado na produção de artigos conhecidos por cidélia, lazinha, etc.

Fio de Fibra Longa: Fio processado em fiação própria para lã ou linho. A fibra mais grossa e mais rígida do que aquela preparada para corte curto.

O tecido feito com viscose fibra longa adquire um toque próximo à lã. As misturas são todos os fios anteriormente vistos nas fibras naturais, entretanto esses fios recebem o nome da fibra natural que entra na sua composição ou nome de ambos.

Exemplo: poliéster/viscose, viscose/linho, viscose/lã, viscose/seda, etc.

Poliamida

Apresenta-se principalmente em filamentos com poucas variantes: filamento liso, filamento texturizado, e High Bulk.

Pode ser tingido, em mesmo banho, com os mesmos corantes utilizados na lã, é freqüente a mistura íntima de pequenas porcentagens de poliamida com lã, tornando o produto final mais resistente e reduzindo o custo do produto.

Com a mistura, passa-se a ter, não o mesmo tipo de tecido, mas outros tecidos completamente novos, proporcionando uma grande variação de toques, caimentos e, consequentemente, aplicações.

A poliamida é empregada na fabricação de meias, pára-quedas, tecidos laváveis que não precisam ser passados a ferro, vestuário em geral, tecidos de malha, impermeáveis, etc.

Poliéster

Pode ser encontrado nas seguintes formas:

- ★ Liso;
- ★ Texturizado;
- ★ Crú;
- ★ Tinto;

Em misturas com o algodão, confere ao tecido um melhor caimento, excelente toque, aspecto diferenciado e variedade de artigos. Quanto à absorção de umidade, a mescla do material melhora bastante e proporciona maior praticidade e conforto.

Acrílico

Para determinadas aplicações industriais, utiliza-se fios de filamentos de acrílico. Mas, para a confecção de vestuário, o fio de acrílico é utilizado sob a forma de fio fiado em fiações de fibra longa, ou seja, fiações para lã.

Fio Retorcido: Utiliza-se tanto para tecidos planos como para malharia. A torção dá maior coesão entre as fibras de maneira a obter um produto final mais liso, ou seja, com menor pilosidade.

Torção Malharia: A torção é bem mais fraca dando ao fio um aspecto mais macio e volumoso. Este fio só pode ser usado para a produção de malhas.

Fio para Tricô: Geralmente, são apresentados retorcidos a dois ou três cabos, torção bem fruxa e produzidos a partir de filamentos grossos com o objetivo de aumentar o volume e a aparência final do fio. São utilizadas para a tricotagem manual ou utilizados em máquinas retilíneas para malhas grossas.

Fios fantasia: Existe uma ampla gama de possibilidades de se produzir fios com efeitos e irregularidades tanto na fiação como na retorção.

Aplicações do Acrílico: Utilizado para substituir a lã na malharia, tecido plano, cobertores, mantas, etc.

Elastano

O elastano deve ser misturado com outros materiais e, em especial, encontramos a mistura com algodão numa combinação perfeita entre o natural e o sintético. O elastano entra sempre em menor proporção na composição do tecido.

Pode-se encontrar o fio na forma nua, na produção de tecidos de malha ou recoberto com poliamida em forma de multifilamento ou almado (*core spun*) nos quais o elastano é fiado junto com o algodão ou outros materiais para produção de tecidos planos ou também na produção de tecidos de malha com algodão.

Os fios são somente produzidos sob a forma de filamento e como tal pode ser usado junto com outros materiais em teares de malharia. Apresenta-se também, sob a denominação de *core-spun* que é quando o filamento de elastano vem revestido por fibras naturais, geralmente algodão, dando a impressão de um fio de algodão elástico.

Se o elastano for recoberto por fios em processo de retorção, o fio é conhecido *como core-ply*.

Aplicação do Elastano: Vestuário masculino, feminino, infantil, linha esportiva, moda praia, roupas íntimas, punhos, meias, etc.

Principais Tipos de Fios

Fios obtidos a filamentos contínuos a partir de:

Monofilamentos

O fio consiste em um único filamento de espessura capilar, geralmente de poliamida, utilizado para produzir telas finas para filtros e quadros de estamparia. Utiliza-se também como fio de costura invisível. Linhas de pesca também são monofilamentos, podendo chegar à espessura de 3 a 4 mm.

Multifilamentos

Todos os materiais têxteis artificiais e sintéticos são extrudados em fieiras de múltiplos orifícios produzindo um feixe de filamentos. Seus aspectos são lisos e brilhantes, e podem ser utilizados, dessa maneira, para fabricação de tecidos.

O aspecto e o toque, porém, serão essencialmente plástico, com superfície lisa e escorregadia. O tecido cola-se facilmente ao corpo por causa de dois fatores: pelo suor que, não sendo absorvido pela roupa serve de “cola”; e pela eletricidade estática que esses materiais costumam acumular.

Fios Texturizados

Podem, também, ser chamados de texturados. A maneira encontrada de contornar os problemas causados pelos filamentos lisos foi a de “encrespar” esses filamentos de maneira a torná-los mais próximos, em aspecto, dos fios produzidos a partir de fibras naturais.

Fios Retorcidos

Os fios de fibras descontínuas ou de filamentos, lisos ou texturizados, podem ser torcidos com a finalidade de aumentar sua resistência. A partir de um fio singelo, ou mesmo dentro de um fio singelo, pode-se criar uma infinidade de efeitos no fio, obtendo-se tantas combinações quantas desejar a imaginação do padronista ou a aceitação do mercado.



Ilustração 27: Fio Retorcido em Dois Cabos



Ilustração 28: Fio Retorcido em Dois Cabos

À esquerda vemos um fio singelo, ao centro um fio retorcido a dois cabos e à direita um fio retorcido a dois cabos, depois novamente retorcido a dois cabos (4 cabos).

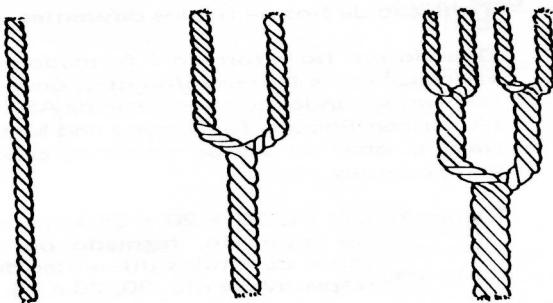


Ilustração 29: Fio Singelo; Fio Retorcido a dois cabos; Fios retorcido a dois cabos e novamente retorcido a dois cabos.

Fio Mouliné

Quando os dois fios são retorcidos, de mesma natureza ou de naturezas diferentes, porém em cores distintas, temos o efeito mouliné. É comum juntar-se um fio de filamento com fio fiado a partir de fibras para produzir esse tipo de fio.

Fio Fantasia

Os efeitos especiais que podem se obter com fios fiados são inúmeros, alguns deles com denominação especial e outros não e todos eles agrupados como fios fantasia.

É o fio têxtil ao qual são adicionadas irregularidades intermitentes em termos de torção, grossura e cor, com a finalidade de conferir-lhe um aspecto de fantasia, como indica a sua denominação.

Basicamente, um fio fantasia completo está constituído de três elementos, a saber:

- O fio-alma ou miolo;
- O fio-fantasia ou efeito;
- O fio de ligamento-amarração.

Fios fantasias são concebidos preferencialmente para efeitos decorativos e funcionais. Muito raramente um tecido é composto totalmente por este tipo de fio, exceto possivelmente em cortinas ou tapetes.

Exemplos:

- ★ Fio Bouclé: Fio fantasia com pequenos anéis ou alças a intervalos regulares, mais ou menos próximos;
- ★ Fio Botonê: Fio fantasia caracterizado por irregularidades em forma de pequenas alças, dilatações ou botões, a intervalos mais ou menos regulares. Tais fios são obtidos por meio de um fio que vai envolvendo, de forma irregular, um outro fio (alma) ou por adição intermitente de pequenas porções de fibras durante a fiação;
- ★ Fio Flamé: Fio fantasia caracterizado por trechos não cilíndricos ou com ausência de torção. Esses fios são obtidos em filatórios anéis.

Temos que distinguir aqueles que só foram fiados com esses efeitos, que são os fios fantasia propriamente ditos; e posteriormente, aqueles que são obtidos na retorção, os retorcidos fantasia. Enquanto que para estes é sempre necessário a máquina ou equipamento especial para produzí-los; para aqueles, o efeito fantasia pode ser obtido mesmo sem esse equipamento.

Chenille

Tem o aspecto de veludo. Um dos cabos é primeiramente enrolado sobre um gabarito de aço e, em seguida, cortado e assegurado entre dois outros cabos retorcendo-se entre si.

Eventualmente usado em tricotagem manual, tem seu uso muito difundido para tecidos que são utilizados no revestimento de móveis.

xii. Utilização dos Fios

Os fios, em geral, são produzidos para uso posterior na fabricação de tecidos. Para a fabricação dos tecidos planos comuns, temos fios que se destinam à formação do urdume e fios que se destinam à formação da trama, os quais diferem um pouco em números de torções.

Os fios de urdimento possuem maior número de torções, porque precisam de maior resistência, de vez que são os que sofrem maiores esforços, tanto nas operações de tecimento como no uso corrente.

Para a fabricação dos tecidos de malha, faz-se necessário um fio um tanto mais flexível, a fim de que esta seja prontamente formada. Tal fio é produzido com poucas torções, dentro de um certo limite.