

69

**Circular  
Técnica**

*Campina Grande, PB  
Dezembro, 2003*

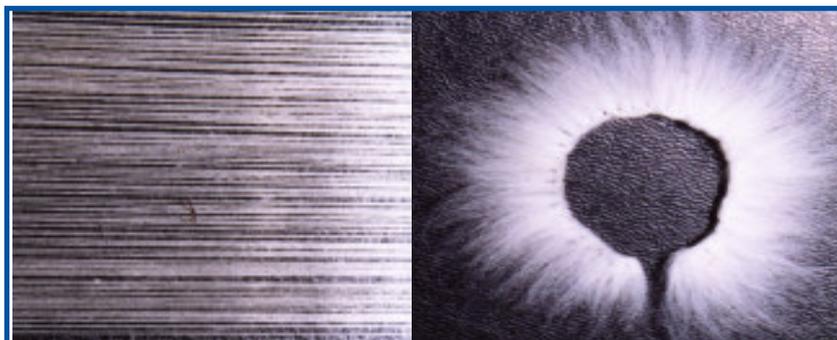
### **Autores**

**Ruben Guilherme da Fonseca**  
Eng° Têxtil da Embrapa  
Algodão, Rua Osvaldo Cruz,  
1143-Centenário 58107-720,  
Campina Grande, PB,  
e-mail  
rguilher@cnpa.embrapa.br

**João Cecílio Farias de Santana**  
M.Sc., Eng° Agr° da  
Embrapa Algodão,  
e-mail  
jcecilio@cnpa.embrapa.br



## **Análise de Fios Equipamentos e Aspectos Relevantes de Qualidade**



A indústria brasileira vive, há algum tempo, um processo de revolução. Os ingredientes desse processo são bem familiares: a abertura do mercado nacional às importações, a passagem da superinflação para a recessão e as oscilações cambiais cada vez mais imprevisíveis, que impactam de forma diferenciada os diversos setores produtivos do país, inclusive o têxtil.

Nesse contexto extremamente instável e, portanto, hostil a empreitadas produtivas, a filosofia japonesa do “acertar na primeira tentativa” tornou-se palavra de ordem em todos os segmentos da indústria mundial.

No Brasil, histórias de sucesso, especificamente no setor têxtil, ainda são raras e, certamente, no elenco dessas poucas histórias, encontram-se como personagens principais o planejamento estratégico e a qualidade total.

Como evitar que as máquinas de hoje, com suas capacidades atingindo limites inimagináveis há décadas atrás, produzam dezenas ou até centenas de produtos defeituosos em consequência de causas simples, como a queda de um fragmento qualquer em locais vitais para o seu funcionamento?

Uma resposta mundialmente aceita, foi dada há mais de trinta anos pelo senhor Toyoda Sakichi, com a invenção de um tear que parava instantaneamente se qualquer um dos fios da urdidura ou da trama se rompesse, já que um dispositivo que podia distinguir entre condições normais e anormais foi inserido na máquina (OHNO, 1997). Assim, produtos defeituosos não eram produzidos, não sem o consentimento do próprio ser humano, a quem cabe julgar a situação que a ele se apresenta.

Portanto, mesmo com os recursos da automação<sup>1</sup>, as distinções

<sup>1</sup>Autonomação: máquinas que podem evitar problemas “autonomamente”. A idéia surgiu com a invenção de uma máquina de tecer auto – ativada, por Toyoda Sakichi (1930-1967), fundador da *Toyoda Motor Company*.

entre operações normais e anormais ficam a cargo do operador da máquina ou do próprio gestor do processo que, muitas vezes, não possuem claros em suas mentes o conceito de qualidade requerido pela direção da corporação a fim de preencher as expectativas do cliente.

Como dito pelo criador do *just in time*, Taiichi Ohno em 1997, "Um problema no início do processo sempre resulta em um produto defeituoso ao final do processo". Portanto, é preciso disseminar, da forma mais clara e objetiva possível, o conceito de qualidade a todos os envolvidos em um sistema produtivo, estabelecendo claramente e, sempre que possível, os parâmetros de aceitação para cada produto.

Os equipamentos para análise de fios e demais aspectos relevantes abordados a seguir são, sem dúvida, importantes ferramentas na garantia do atendimento a tais parâmetros.

## A Fiação

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. 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 (ARAÚJO e CASTRO, 1984).

As características físicas das fibras mais relevantes para o processo de fiação podem ser observadas nas Figuras 1 e 2 (ZELLWEGER – USTER, 1995).

Em síntese, as características físicas da fibra condicionam o processo geral de fiação, e cada uma delas tem a sua influência, em maior ou menor grau. O conteúdo de matéria não-fibrosa (trash), por exemplo, condiciona o rendimento de matéria-prima por influenciar a capacidade de deslizamento, quando as impurezas encontram-se fixadas

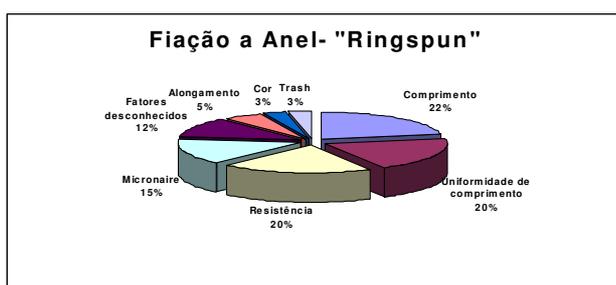


Fig. 1. Importância das características físicas da fibra de algodão para o processo de fiação a anel.

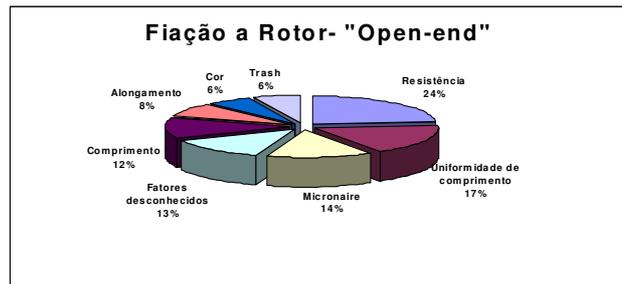


Fig. 2. Importância das características físicas da fibra de algodão para o processo de fiação a rotor.

fortemente à fibra e não são eliminadas nas operações preliminares de abertura e limpeza (ARAÚJO e CASTRO, 1984).

Nota-se nas Figuras 1 e 2 que, em função do processo de fiação a ser utilizado, definem-se as características mais "estratégicas" que a fibra deve possuir. Em uma fiação convencional a anel, em que se deseja produzir um fio fino de malharia que necessite de elevada resistência, deve-se levar em conta, primordialmente, o comprimento de fibra, já que o número de torções possíveis a serem aplicadas é função direta do comprimento da fibra.

Na fiação a rotor, a resistência da fibra é mais importante que as demais, em razão deste processo ser extremamente agressivo à fibra. Atualmente, não são raros rotores operando com velocidades que podem atingir até 150.000 rpm (fiadeira a rotor R40, Rieter®) para diâmetros de 28 mm, o que resulta em uma velocidade periférica de 4.200 metros por segundo – aproximadamente 12 vezes a velocidade do som!

## Os princípios de fiação

Há dois princípios fundamentais de fiação: o convencional e o não convencional. O primeiro é o da fiação a 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 será exemplificado pela fiação a rotor que, diferentemente do processo a anel, produz cerca de 300 bobinas simultâneas em um dos lados da máquina a velocidades muito superiores.

## A fiação a anel

Na fiação a anel, cada fuso é alimentado por uma mecha, ou pavio (fita constituída de fibras com uma ligeira torção, produzida em uma máquina conhecida

como maçarqueira), 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), como visto na Figura 3.

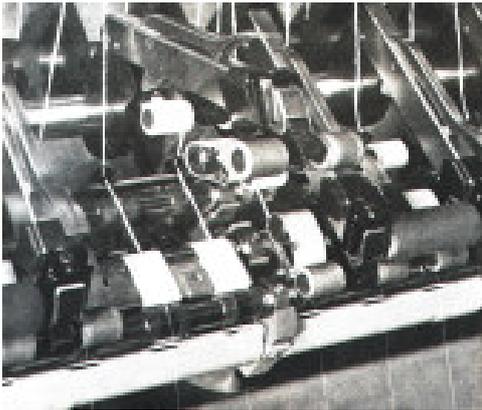


Fig. 3. Trem de estiragem de um filatório de anel.

Na Figura 4 é possível observar o mecanismo de formação do fio em um filatório a anel, onde o fuso (1), em rotação, e a espula (2) a ele fixada solicitam e enrolam, respectivamente, o fio. Este, por sua vez, movimenta um pequeno dispositivo chamado viajante (3), através do qual a mecha estirada foi previamente inserida. Quando o fio (4) é fornecido pelo sistema de estiragem, o viajante, que se

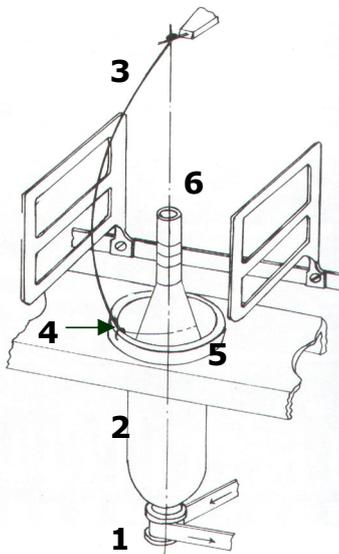


Fig. 4. Mecanismo de enrolamento do fio em um filatório de anel.

desloca sobre a periferia de um anel metálico (5), é animado de uma velocidade periférica, inferior à da canela (6) (é o atrito que faz com que a rotação do viajante seja menor que a da espula), permitindo a torção da mecha e o enrolamento do fio na espula.

Finalmente, o movimento constante de subida e descida comunicado ao anel, onde gira o viajante, permite que o fio seja enrolado ao longo de toda a espula. Abaixo, Figura 5, um filatório a anel, com as maçarocas posicionadas na parte superior da máquina e as espulas sendo formadas na parte inferior.

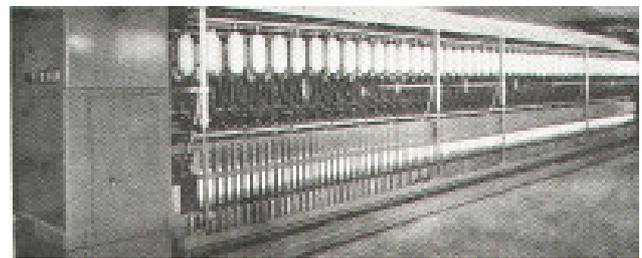


Fig. 5. Filatório a anel.

### A fiação a rotor

Dentre os métodos não convencionais open - end, rotor, jato de ar e fricção, o mais utilizado e com grande sucesso comercial inclusive, é o da fiação por rotor. Este método de fiação tem uma melhor performance para fibras de comprimento curto. Estima - se que os filatórios open - end já ocupem algo em torno de 40% do parque de máquinas de fiar nos EUA (FELKER, 2003).

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; no entanto, uma desvantagem deste sistema é que, quanto maior for o número de fibras na alimentação, pior será a qualidade do fio resultante, daí a preocupação das fiações com o índice micronaire da fibra do algodão, já que este índice determinará o limite de fiabilidade em função da quantidade de fibras possíveis de serem inseridas na seção transversal do fio. Enquanto na fiação a anel a faixa mais utilizada de micronaire é entre 4,2 e 4,4, na fiação open - end, tais valores estão compreendidos entre 3,8 e 4,2.

Um dos equipamentos mais utilizados para fiação open-end é o Autocoro (Figura 6). Este equipamento com 360 pontos de fiação atinge velocidade de até 300 m/mim, cerca de 1.800 kg de fio (20 Ne) em um turno de oito horas de trabalhos.

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 (exemplo: rotor, Polmatex, Dref etc.).



Fig. 6. Filatório open-end (Autocoro Schlafhorst®).

Na Figura 7 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-se portanto, o processo conhecido como Maçaroqueira, onde se produz o pavio.

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



Fig. 7. Detalhe do mecanismo de fiação "open-end" (Autocoro Schlafhorst®).

camisa social de tricoline, de toque suave e agradável, até uma manta geotêxtil (normalmente sintética), utilizada para conter grandes massas de solo, permitindo a passagem somente de moléculas de água. Estas mantas, produzidas com fios à base de polímeros muito resistentes, como o poliéster, evitam a erosão da terra, permitindo a passagem de água, enquanto retêm o solo.

Em algumas ferrovias, são colocadas abaixo dos trilhos para amortecer o ruído, impedindo deslizamentos. Um outro exemplo muito interessante das diversas aplicações possíveis para os materiais têxteis encontra-se na cidade de Tenerife, na costa noroeste da África: um forte tecido, de poliéster impermeabilizante, foi usado para revestir o interior de um vulcão extinto, transformando-o numa super caixa d'água, abastecida constantemente pelas chuvas.

### Aspectos que influenciam a qualidade do fio de algodão

#### *Regain*

A quantidade de umidade numa amostra de fibra pode ser descrita em termos de *regain* ou recuperação ou, ainda, em termos de conteúdo de umidade.

O *regain* percentual da fibra é obtido a partir da seguinte relação (MANUAL ARAÚJO e CASTRO, 1984):

$$R\% = \frac{\text{massa de H}_2\text{O absorvidana amostra}}{\text{massa em atmosfera seca}}$$

O *regain* da fibra de algodão pode alterar as propriedades físicas e interferir na capacidade de fiar da fibra, alterando os resultados de teste. Somado a isto, sabe-se que a distribuição da umidade ao longo do fio não se dá de forma homogênea, portanto, mudanças nos dados de alongamento, tenacidade e módulo, assim como na uniformidade, imperfeições e níveis de defeitos devem ser esperadas. O pré-condicionamento em uma atmosfera seca por vários dias e o posterior condicionamento por, no mínimo 24 horas em atmosfera padrão são cuidados que devem ser constantemente observados. Deste modo, qualquer influência decorrente das condições termohigrométricas é completamente eliminado.

Resta acrescentar que a higroscopicidade das fibras

têxteis é uma propriedade notável devido ao seu efeito nas propriedades finais dos artigos têxteis. Leonardo Da Vinci (1452- 1519) referia-se a ela nos seus cadernos de notas, imaginando uma balança em que num prato colocava algodão e no outro uma massa igual, de cera. Se as condições de umidade atmosférica mudassem, a balança desequilibrar-se-ia, “indicando assim o estado do tempo e se vai chover ou não”.

No vestuário, a higroscopicidade das fibras é de grande importância do ponto de vista da higiene, isolamento térmico e conforto. Uma peça de vestuário feita de uma fibra pouco higroscópica não absorve a transpiração, tem pouco isolamento e acumula eletricidade estática, gerada durante o uso, tornando-se incômoda de se vestir (ARAÚJO e CASTRO, 1984).

As propriedades mecânicas das fibras, tais como sua flexibilidade (as fibras secas perdem flexibilidade), o seu diâmetro (as fibras incham com a umidade) também são alteradas, o que afeta o comportamento durante o processamento e o uso (ARAÚJO e CASTRO, 1984). Em consequência, condicionamento e testes devem ser executados sob atmosfera padrão constante. A temperatura atmosférica recomendada para ensaios têxteis é de  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  ( $68 \pm 4^\circ\text{F}$ ) e  $65 \pm 2\%$  de umidade relativa do ar, por um período mínimo de 24 horas, conforme as normas internacionais ISO 139, EN 20139 e DIN 53802.

Nas transações comerciais, em que as fibras são pagas por peso, é necessário um acordo entre comprador e vendedor sobre o peso exato a ser pago. Para tanto, foi estabelecido um *regain* comercial. Na Tabela 1 estão relacionados alguns exemplos de *regain* (RIBEIRO, 1984):

**Tabela 1.** Exemplos de *regain* para fibras têxteis.

Fibra	Regain %
Algodão em rama	8,5
Lã	13,6
Seda	11,0
Viscose (rayon)	11,0
Nylon (Poliamida)	0
Poliéster	4,5

## Variação do título do fio (count)

Os fios são materiais constituídos por fibras naturais ou químicas, apresentando grande comprimento e reduzida seção transversal. Eles se caracterizam por sua regularidade, diâmetro e peso, sendo as duas últimas características determinam o título do fio (RIBEIRO, 1984).

O título de um fio é representado por um número que expressa a relação entre seu comprimento e o peso correspondente, ou seja, para determinar-se o título de um fio na unidade métrica ( $N_m$ ), deve-se primeiramente cortar um metro deste fio e pesá-lo em uma balança de precisão. Dependendo do material que o compõe, a variação desta dimensão será tanto menor quanto maior for o comprimento pesado. Os filamentos sintéticos são conhecidos por sua alta uniformidade de peso por comprimento; portanto, com poucos metros de poliéster é possível determinar-se, com bastante precisão, o título, já que, por ser um filamento sintético (produzido pelo homem), a sua densidade é controlada no momento de sua síntese.

Nas fibras naturais como o algodão, devido a sua grande variabilidade genética e às próprias condições de cultivo da planta, é natural haver grande variação de densidade na fibra, o que acarreta variações consideráveis no fio e, conseqüentemente, no tecido.

Uma variação de título entre amostras ( $CV_b$ ) maior do que 3,0% pode impactar inclusive na aparência do tecido, principalmente na malharia. Atualmente, entretanto, a utilização de sistemas controladores de alimentação, desde o abridor de fardos até a carda, que contam com mecanismos que asseguram a uniformidade do material, asseguram ao tecido bom aspecto visual.

Modernos equipamentos de teste registram a variação de título de maneira automática e com grande acuidade, desbobinando 100 m ou 120 jardas de fio e pesando este comprimento em uma balança. Os cálculos são realizados pelo próprio instrumento, enquanto a determinação do título do fio é um procedimento padronizado e está descrito na norma ISO 2060 ou DIN 53 830.

Existem várias unidades de titulação para fios. No caso específico do algodão, a unidade mais utilizada é o  $N_e$  (número inglês para algodão), que indica quantas meadas de 768 metros são necessárias para se obter um peso igual a uma libra (454 gramas). Assim, para um fio de título 30  $N_e$ , são necessárias

30 meadas de 768 metros deste fio (23040 metros) para atingir-se o peso de 454 gramas.

### Variação de massa do fio (Evenness)

Nos últimos anos, o CV% tem se tornado uma ferramenta estatística claramente mais popular que o Um%, que é a medida clássica de uniformidade de do fio. A relação média entre esses dois índices (CV% e U%) é de 1,25, ou seja,  $CV\% = 1,25 U\%$ , podendo variar de 1,20 a 1,30 (ZELLWEGER USTER, 1997).

A variação de massa do fio é obtida, em equipamentos de alta velocidade e precisão, a partir da interferência dielétrica que o fio provoca no campo elétrico que se forma entre as placas do sensor do aparelho. Quanto maior for a massa do fio, maior também será a interferência registrada, gerando um relatório que é uma "radiografia" do fio em teste (Figura 8).

Uma variação de massa significativa pode acarretar defeitos indesejáveis na tecelagem e mesmo no tingimento. Fios mais finos, para um mesmo coeficiente de torção, apresentam menor resistência, elevando o índice de rupturas no tear, reduzindo a produtividade e aumentando o número de emendas ou nós. Isto pode, muitas vezes, acarretar a desclassificação do tecido.

A substantividade do fio ao corante é função, dentre outros fatores, da massa de fibras a ser tingida; logo, fios com variações de massa muito acentuadas ocasionam variações na absorção de corantes, que

são evidenciadas no tecido que, mais uma vez, correrá o risco de ser desclassificado.

A determinação da uniformidade do fio por meio de sensores capacitivos é um procedimento padronizado na norma ISO 2649 ou DIN 53 817.

### Pilosidade (Hairiness)

Característica do fio que influi fortemente no toque e na utilização final do tecido.

O mecanismo de avaliação de pilosidade baseia-se em um sensor eletro-óptico que converte reflexões luminosas difusas das fibras localizadas na periferia do fio. A medição da pilosidade é realizada simultaneamente à medição da uniformidade e imperfeições (pontos finos, pontos grossos e neps). A pilosidade do fio é expressa em valores de pilosidade H, que é uma medição indireta do número e do comprimento acumulado de todas as fibras que se projetam da superfície do fio.

A pilosidade não é, necessariamente, um defeito. Quem o definirá será a aplicação final a que o fio se destina. Fios com maiores índices de pilosidade são normalmente produzidos para malharia como, por exemplo, moletons e agasalhos.

A maioria das aplicações em tecelagem plana, processo distinto da malharia, demanda uma superfície mais suave, especialmente para a fabricação de fios de urdume. Fios com alta pilosidade podem também aumentar a sensação de conforto, uma das muitas variantes da qualidade.

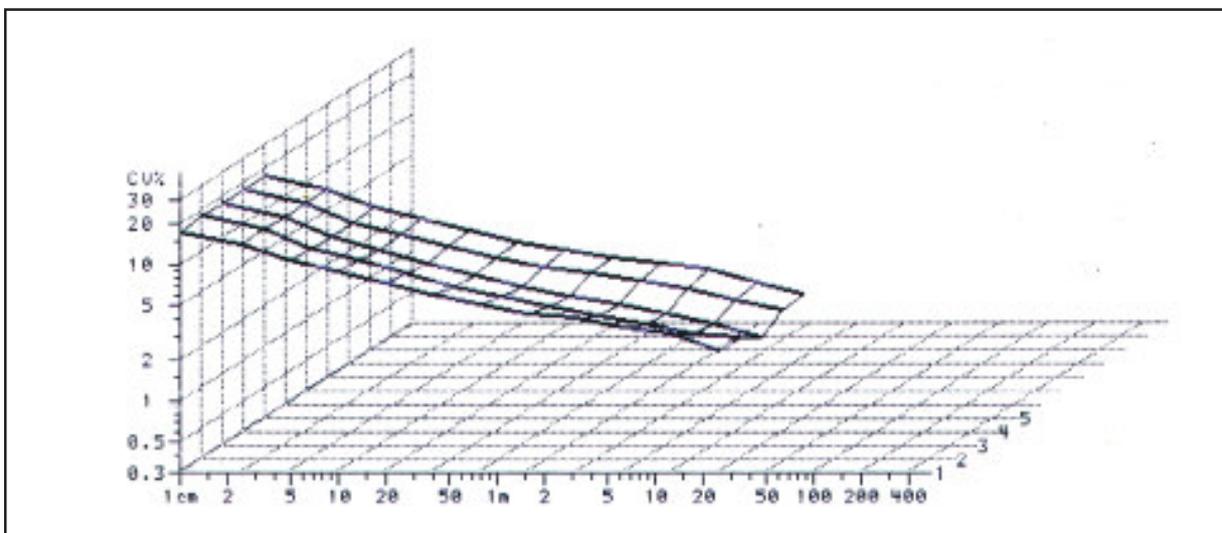


Fig. 8. Relatório de variação de massa (CV%) fornecido pelo USTER TESTER 30®.

Em alguns casos pode-se considerar que altos valores de  $S_H$  (desvio padrão da pilosidade) indicam a presença de periodicidade neste tipo de característica. Isto pode ser um defeito da própria máquina que está processando a fibra, ao invés de ser um defeito inerente à própria fibra.

O equipamento mais utilizado para realizar este tipo de análise é o USTER TESTER 3®. A Embrapa Algodão dispõe, no Laboratório de Tecnologia de Fibras e Fios, deste equipamento, que também é utilizado na detecção das variações de massa do fio (*evenness*).

Na Figura 9, pode-se observar o espectrograma de um fio, onde a faixa mais escura (no centro) representa o núcleo do fio e a área clara representa as fibras que se projetam para a periferia.

### Resistência à tração (*Tensile properties*)

Freqüentemente, compara-se a resistência de diferentes fibras pela simples indicação da resistência em gramas (g) ou em centiNewtons (cN), sem se levar em conta suas seções. A comparação entre elas só terá significado se a sua resistência for expressa em função da área da seção transversal.

Em um fio fabricado com determinada matéria-fibrosa, a resistência do fio é, fundamentalmente, devida à coesão inter – fibras, provocada pela torção comunicada ao fio e só uma menor parte devida à resistência individual das fibras constituintes (ARAÚJO e CASTRO, 1984)

O USTER® TENSORAPID foi o primeiro equipamento capaz de produzir ensaios de resistência à tração em fios com altos volumes e em altas velocidades. Seu

mecanismo consiste em aplicar um esforço de tração no fio, distendendo-o e rompendo-o por meio de duas garras afastadas 500 mm uma da outra. Há um sensor de força instalado no canal atravessado pelo fio, conectado às duas garras.

Esse equipamento opera de acordo com o princípio **CRE** (*Constant Rate of Extension*) a uma velocidade que pode chegar a até 400 m/ min (TENSOJET), onde o tempo real para ruptura do fio é de cerca de 3,0 milissegundos, para um fio 100% algodão. Sua capacidade de ensaio pode chegar a 30.000 rupturas/ hora (ZELLWEGER USTER, 2001).

Há meios, com o auxílio deste equipamento, de se detectar pontos fracos esporádicos no fio, que ditam a freqüência de ruptura e a própria eficiência das máquinas nos processos de fiação e tecelagem, plana ou malharia, já que o equipamento também simula a carga dinâmica a que se submete o fio de trama, quando acionado em teares de alta performance.

A Embrapa Algodão dispõe deste equipamento no Laboratório de Tecnologia de Fibras e Fios.

Os resultados fornecidos pelo equipamento (Figura 10), não devem ser analisados sem que se leve em conta as velocidades de afastamento das garras empregada na execução dos testes pois, a medida em que esta aumenta, cresce também o valor de resistência do material, devido a um menor deslizamento das fibras e ao aumento do coeficiente de fricção entre as mesmas.

Em um ensaio de tração, por exemplo em um fio 100% algodão, para malharia, de título  $Ne_c$  20/1, foram encontrados os seguintes resultados, apresentados na Tabela 2.

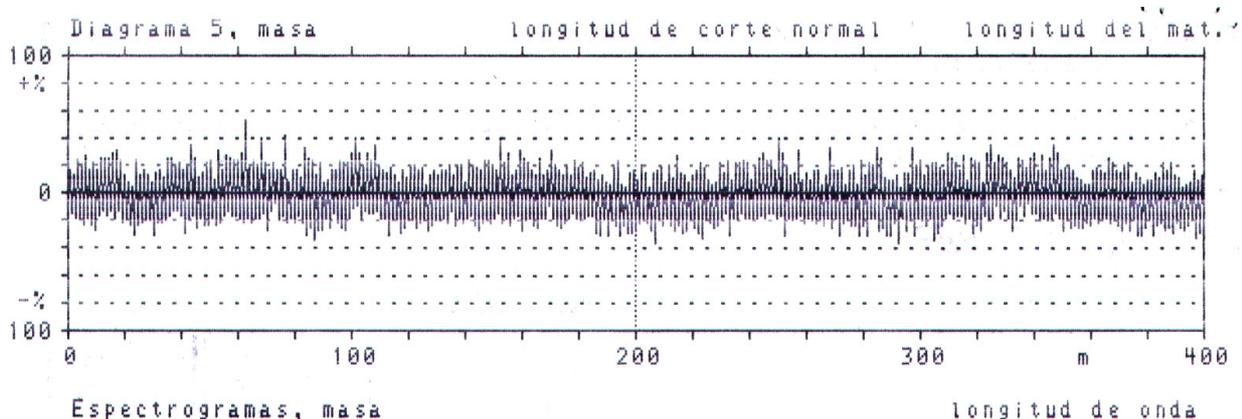


Fig. 9. Relatório de pilosidade (*hairiness*) fornecido pelo USTER TESTER 3®.

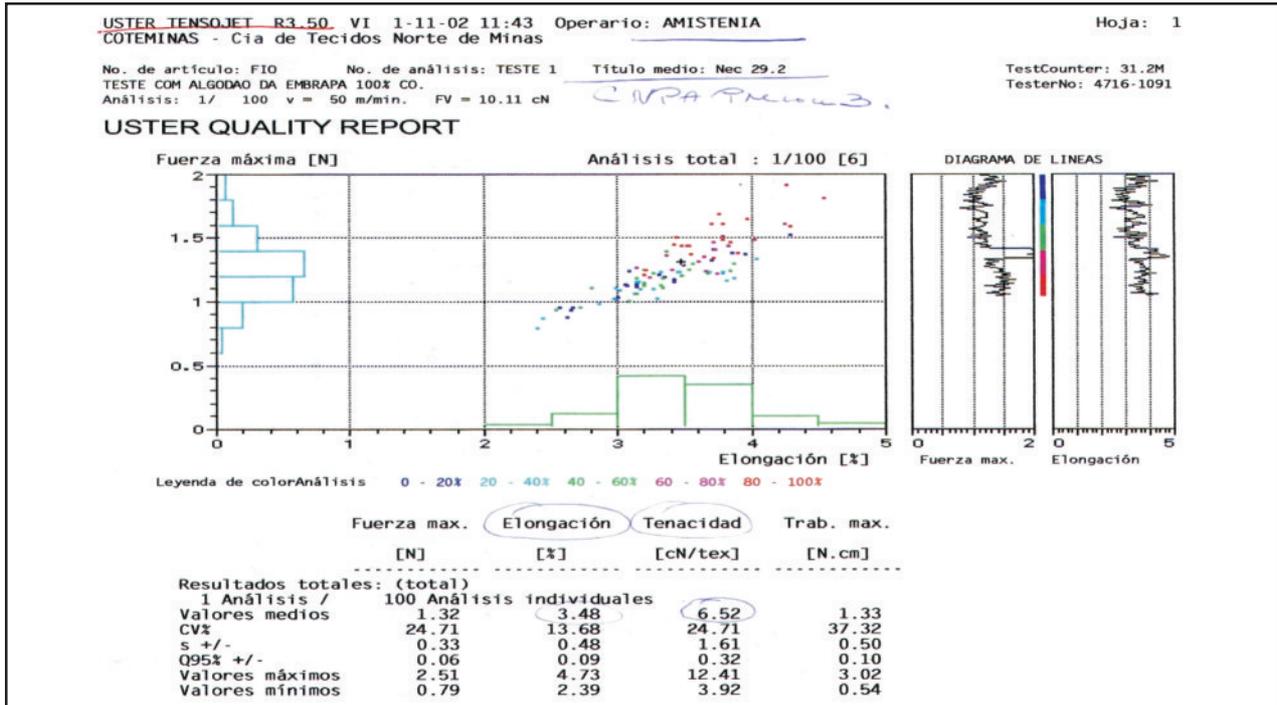


Fig. 10. Relatório de tenacidade fornecido pelo USTER® TENSOJET.

De modo geral, pode-se afirmar que: quanto maior a velocidade de ensaio, maior a carga de ruptura (ou carga máxima), e menor o alongamento de ruptura. (MALUF, 1997).

### Simulação eletrônica dos defeitos em fios

**Tabela 2.** Resultados de carga de ruptura relativa, variando em função da velocidade de afastamento das garras.

Velocidade da garra móvel (mm/min)	Carga de Ruptura (gf)	Carga de Ruptura Relativa (%)
500	223	104.0
400	221	103.0
200	215	100.5
10	214	100.0

Com a finalidade de se prever o aspecto do fio e do tecido antes que a produção esteja concluída, evitando-se prejuízos com desqualificação de material, utiliza-se tradicionalmente o método da tábua de aparência (seriplano), onde um fio é enrolado várias vezes formando espiras paralelas em uma tábua de fundo escuro.

Tal procedimento permite estimar, com razoável precisão, o aspecto visual final do produto tecido.

Atualmente, é possível, a partir da análise eletrônica das variações do fio (massa e pilosidade) obter-se uma tábua de aparência "virtual" (Figura 11) no momento em que os testes de variação no fio são executados, poupando tempo e, além disso, economizando o próprio fio que, no caso das tábuas de aparência tradicionais, não é reaproveitado.

### Condições ambientais para teste em laboratório- ISO 139, EM 20139, DIN 53802

Algumas fibras têxteis são altamente higroscópicas e suas propriedades variam notadamente em função da umidade percentual. São fibras tipicamente higroscópicas: o algodão, a lã, os rayons, o linho, o sisal, a seda etc. A umidade percentual é particularmente crítica no caso de propriedades dinâmicas, isto é, resistência, alongamento e módulo (work – to – break). Mas, a regularidade do fio,

suas imperfeições e nível de defeitos também são afetados (ZELLWEGER USTER, 1997).

Como resultado, condicionamento e testes devem ser executados sob atmosfera padrão constante.

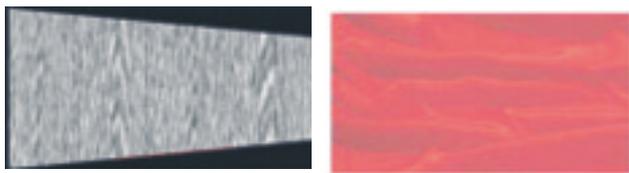


Fig. 11. Simulações eletrônicas de aparência do fio e do tecido pronto (USTER TESTER 4-SX®).

Sistemas modernos de condicionamento de ar são capazes de atingir estes índices,  $21 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $65 \pm 2\%$ , que, em benefício da harmonização internacional, devem ser observados.

O tempo ideal de condicionamento das amostras de algodão a serem ensaiadas é de 24 a 48 horas. As condições atmosféricas do laboratório devem ser monitoradas por aparelhos que registrem variações instantâneas (curto prazo) e flutuações ao longo do dia (longo – prazo).

## Conclusão

Com o presente trabalho foi apresentada uma abordagem prática aos fundamentos dos principais equipamentos utilizados em análise de fios de algodão, bem como as interpretações de seus resultados.

Dentre os diversos princípios de fiação existentes, os mais largamente empregados são o da fiação a anel (convencional) e o da fiação a rotor (não – convencional, ou open – end).

Os aspectos que mais influenciam as características físicas dos fios de algodão e, conseqüentemente sua qualidade são: o *regain* da fibra, que poderá alterar o título final do fio; a variação do título do fio, que poderá ser decorrente da variação da massa fibrosa na seção transversal, ou mesmo do *regain* da fibra utilizada; a variação de massa do fio, que pode acarretar defeitos de tecelagem e de tingimento; a pilosidade, nem sempre considerada um defeito, que

influi fortemente no toque e na utilização final do tecido e, finalmente a resistência à tração, devida, fundamentalmente, à coesão inter – fibras, provocada pela torção transmitida ao fio durante o processo de fiação.

A importância da padronização das condições ambientais de testes em laboratório deriva do fato de que a umidade percentual é particularmente crítica no caso de propriedades dinâmicas, isto é, resistência, alongamento e módulo (work – to – break). Mas, a regularidade do fio, suas imperfeições e nível de defeitos também são afetados.

## Referências Bibliográficas

ARAÚJO, M. de.; CASTRO, E.M. de M. e. **Manual de engenharia têxtil**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1984. v. 1.

FELKER, S. Beltwide News: fiber quality and new spinning Technologies. Disponível em: <<http://www.cottonfarming.htm>>. Acesso em: 5 out. 2003.

FIBER testing training manual, technical encyclopedia. Tennessee: Zellweger Uster, 1995.

MALUF, E. **Controle da qualidade têxtil**. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL TÊXTIL E DE CONFECÇÃO, 2., 1999, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Cetiqt/Senai, 1999.

OHNO, T. **O sistema toyota de produção, além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

RIBEIRO, L.G. **Introdução à tecnologia têxtil**. Rio de Janeiro: Cetiqt/Senai, 1984. v.2.

USTER STATISTICS. Tennessee: Zellweger Uster. 1997/ 2001.

### Circular Técnico, 69

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na: Embrapa Algodão  
Rua Osvaldo Cruz, 1143 Centenário, CP 174  
58107-720 Campina Grande, PB  
Fone: (83) 315 4300 Fax: (83) 315 4367  
e-mail: sac@cnpa.embrapa.br

1ª Edição  
Tiragem: 500



Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento



### Comitê de Publicações

Presidente: Luiz Paulo de Carvalho  
Secretária Executiva: Nivia M.S. Gomes  
Membros: Demóstenes M.P. de Azevedo  
José Wellington dos Santos  
Lúcia Helena A. Araujo  
Márcia Barreto de Medeiros  
Maria Auxiliadora Lemos Barros  
Maria José da Silva e Luz  
Napoleão Esberard de M. Beltrão  
Rosa Maria Mendes Freire

**Expedientes:** Supervisor Editorial: Nivia M.S. Gomes  
Revisão de Texto: Nisia Luciano Leão  
Tratamento das ilustrações: Geraldo F. de S. Filho  
Editoração Eletrônica: Geraldo F. de S. Filho