

## 15. TECNOLOGIA DA FIBRA E DO FIO DO ALGODÃO, ANÁLISES E INTERPRETAÇÕES DOS RESULTADOS

João Cecílio Farias de Santana<sup>1</sup>  
Maurício José Rivero Wanderley<sup>2</sup>  
Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão<sup>3</sup>

### 15.1. Introdução

Não obstante o surgimento de diversas matérias-primas (natural, artificial e sintética) desde os primórdios da humanidade até os dias atuais, a fibra do algodão foi, é e será a principal matéria-prima da indústria têxtil, que tem a função de atender à demanda de tecidos, roupas e confecções para a humanidade, uma vez que o vestuário constitui-se, ao lado do alimento e da moradia, uma necessidade básica do homem.

### 15.2. Estrutura da fibra do algodão e sua formação

A partir da fecundação da flor, a fibra do algodão desenvolve-se na epiderme, na parede mais externa da semente. Cada fibra é formada de uma célula simples dessa epiderme que, de início, se alonga, até o seu máximo crescimento, cerca de 1mm por dia, até atingir o tamanho final, o qual é função da cultivar e das condições edafoclimáticas. Em cada semente há milhares de fibras, variando o seu número de acordo com a espécie. Para *Gossypium hirsutum*, chegou-se a determinar de 7.000 a 15.000 fibras individuais em uma única semente (Correa, 1965).

Como se percebe, a formação da fibra é o resultado de um complexo processo biológico, desencadeado desde o florescimento até a abertura dos capulhos, durante um período variável de 50 a 75 dias,

---

<sup>1</sup> Eng. Agr., M.Sc., CREA nº 1086/68-2ª Região, *Embrapa Algodão*, Caixa Postal 174, 58107-720, Campina Grande-PB. E-mail: jcecilio@cnpa.embrapa.br

<sup>2</sup> Bel. em Economia, CORECON nº 1223/90, 21ª Região, *Embrapa Algodão*. E-mail: mauricio@cnpa.embrapa.br

<sup>3</sup> Eng. Agr., D.Sc., CREA nº 0856/73-2ª Região, *Embrapa Algodão*. E-mail: nbeltrão@cnpao.embrapa.br

depois dos quais se obtém a fibra, com as suas principais características físicas e químicas (Correa, 1965).

Ao se analisar uma fibra de algodão ao microscópio, observam-se quatro partes principais, conforme pode ser verificado na Fig. 1; cada uma dessas três capas, cutícula, parede primária e parede secundária, tem funções específicas:

- a) a cutícula externa é composta de ceras, gomas, óleos e pectinas, cuja função é proteger a fibra, após a abertura do capulho, no armazenamento e na fase de industrialização;
- b) a parede primária, que é protegida externamente pela cutícula, delimita a finura e o comprimento da fibra;
- c) a parede secundária constitui o corpo da fibra e se compõe de celulose pura, cuja natureza e estrutura determinam as principais características da fibra. Esta parede é responsável pela maturidade da fibra, sendo formada pela deposição sucessiva de capas de celulose, formando-se uma capa a cada dia e a cada noite. O número de capas de celulose depositada é uma característica genética própria de cada cultivar e depende, também, da umidade, da luz, da fertilidade do solo e de outros fatores. A deposição da celulose em camadas concêntricas termina quatro a cinco dias antes da abertura do capulho.

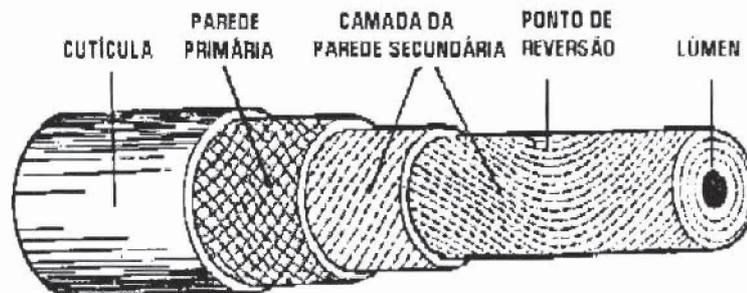


FIG. 1. Aspecto esquemático dos componentes de fibra de algodão.

Fonte: Kondo & Sabino, [198-].

É importante frisar que o desenvolvimento da fibra dentro da cápsula ocorre em duas fases: uma de alongamento ou crescimento da

fibra, formação da parede primária, e outra de engrossamento das paredes ou maturidade, formação da parede secundária.

Nas regiões tropicais do globo a parede primária se forma, em média, até o 20º dia após a fecundação da flor e, em regiões frias-temperadas, a formação completa dessa parede é em torno do 30º dia após a fecundação.

Por outro lado, no término da formação da parede primária inicia-se o desenvolvimento da parede secundária, a qual se completa em regiões tropicais, em torno dos 50 dias após a fecundação, e em região de clima temperado ao redor dos 75 dias após a fecundação da flor.

Percebe-se que em regiões quentes do globo, o desenvolvimento completo da fibra ocorre em torno dos 50 dias após a fecundação, e em regiões frias e/ou temperadas, a fibra atinge o seu desenvolvimento completo na faixa dos 75 dias após a fecundação da flor.

Como último componente da estrutura da fibra destaca-se o lúmen, que é um canal central existente na parte interna da fibra, no qual se encontram resíduos protoplasmáticos de natureza protéica.

Como se observa na Fig. 2, a fibra madura apresenta lúmen reduzido, parede secundária espessa tomando aspecto roliço, ao passo que a fibra imatura possui parede secundária delgada com lúmen amplo e é achatada.

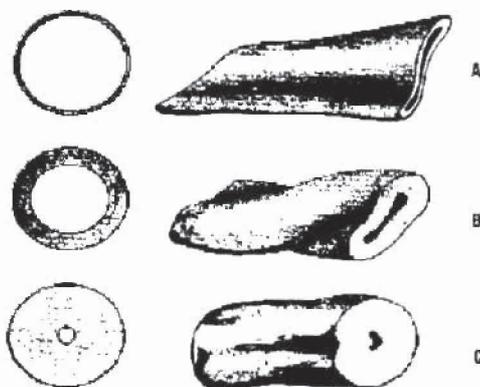


FIG. 2. Aspecto esquemático da maturidade: A) fibra imatura; B) fibra de maturação média; C) fibra bem madura de aspecto cilíndrico e de lúmen reduzido.  
Fonte: Correa (1965).

### 15.3. Composição química da fibra

Dentre os componentes químicos da fibra, a celulose é o que entra em maior proporção, qual seja - 94,0% - cuja cadeia é constituída por moléculas de glicose e sua disposição na cadeia tem importante papel nas características da fibra.

Depois da celulose, a cera, na proporção de 0,6%, é o constituinte de maior importância, pois é responsável pelo controle da absorção de água pela fibra, além de funcionar como lubrificante entre as fibras durante o processamento industrial.

Seguem-se as proteínas com 1,3%, cinzas com 1,2%, substâncias pécicas com 0,9%, ácidos málico e cítrico com 0,8%, açúcares totais 0,3% e outros elementos não dosados, 0,90% (Correa, 1965).

É importante frisar que as proteínas são importantes, especialmente na fase de tinturaria, pois são fixadoras das cores no fio e no tecido.

### 15.4. Fatores do ambiente que influem nas características físicas da fibra do algodão

As características tecnológicas da fibra, apesar de serem condicionadas por fatores hereditários, sofrem decisiva influência dos fatores ambientais, conforme as situações de cultivo, alguns incontrolláveis como as condições climáticas e outros passíveis de controle, como a fertilidade do solo, a incidência de pragas e o aparecimento de doenças (Kondo & Sabino, 198-).

A fase crítica, levando-se em consideração as condições climáticas e do ponto de vista da obtenção de uma boa matéria-prima, estende-se do auge do florescimento até a colheita. Em geral, dias chuvosos e encobertos, consecutivos, são prejudiciais e retardam a formação e a maturação da fibra, e a temperatura abaixo de 20°C também age no mesmo sentido.

Com relação ao aspecto de fertilidade do solo, tem-se observado efeitos marcantes da calagem, quando associada à adubação mineral, sobre as principais características físicas da fibra. Mesmo considerando-se os elementos individualmente, pode-se afirmar que a adubação fosfatada tende a aumentar o comprimento da fibra, enquanto a potássica melhora consideravelmente a uniformidade de comprimento,

aumentando também o teor de celulose depositado na parede celular das fibras. Este teor de celulose, chamado maturidade, exerce grande influência em outros caracteres agrônômicos e tecnológicos do algodão, como produção, peso de um capulho, peso de 100 sementes, comprimento de fibra, uniformidade de comprimento e finura, proporcionando maiores valores às referidas características.

Ataques violentos de pragas, principalmente de ácaros e lagartas da maçã, e da folha, em junção ao bicudo, provocam a abertura prematura dos capulhos ocasionando estragos consideráveis na qualidade da fibra, em que as características de finura e maturidade são as mais prejudicadas, além do rebaixamento do tipo do algodão em caroço, pelo classificador das máquinas de benefício, tendo em vista a má aparência do produto.

Tem-se verificado, também, que as plantas daninhas contribuem para diminuir o potencial das cultivares em relação às características físicas da fibra, especialmente na uniformidade de comprimento, finura e resistência.

#### **15.5. Características intrínsecas da fibra para atender aos avanços da indústria têxtil**

As transformações ocorridas no setor da indústria têxtil mundial, visando reduzir os custos de unidade de peso do fio produzido, resultaram no aparecimento de novos princípios de fiação, cada vez mais rápidos e automatizados (Cavaleri & Ferreira, 1987).

Para se ter uma idéia desses avanços tecnológicos, verifica-se que na fiação convencional a anel consegue-se velocidade máxima de 19,00 a 25,00m de fio/minuto e nos processos industriais inovadores, como os de rotores e/ou "Open-end", 130,00m de fio/minuto, jato de ar e/ou "air-jet", 180,00m de fio/minuto e, finalmente, na fiação por fricção consegue-se velocidade máxima de 300,00m de fio/minuto.

É importante frisar que no sistema tradicional de fiação a anel são exigidas as seguintes características, em ordem de importância, para a fibra do algodão: comprimento e uniformidade de comprimento, resistência e finura. Para o sistema de fiação a rotor, "Open-end", e/ou cabo aberto, a ordem de importância dos requisitos é completamente diferente: resistência, finura, comprimento e pureza (limpeza da fibra). A ordem varia um pouco quando se trata de fiação por fricção: fricção, resistência, finura, comprimento e pureza. No caso da fiação a jato de

ar "air-jet", as exigências são: finura, pureza, resistência, comprimento e fricção (Gutkneetch, 1987).

Pelo exposto, conclui-se que nos novos princípios de fiação o comprimento da fibra não será uma das características mais importantes, pois a finura e a resistência terão influência mais forte e direta.

Ante essas tecnologias inovadoras e para atender à demanda da indústria têxtil nacional, o Conselho Nacional da Indústria Têxtil (CNIT), e o Centro de Tecnologia da Indústria Têxtil (CETIQT) elaboraram, em 1987, um documento no qual foram estabelecidas as diretrizes e recomendações para uma política de incentivo à produção e à melhoria da qualidade do algodão brasileiro e evidenciados os valores das características que a indústria têxtil nacional considera ideais para a fibra, que são as colocadas na Tabela 1 (SENAI, 1987; Santana et al., 1989).

TABELA 1. Parâmetros ideais da fibra exigidos pela Indústria Têxtil Nacional

Parâmetros	Títulos		
	Grosso/ médio	Médio/ fino	Fino
Comprimento comercial em mm	30/32	34/36	36/38
Uniformidade de comprimento %	>45	>45	>45
Maturidade (% de fibra madura)	>68	>66,7	>66,7
Finura (índice micronaire)	3,6 a 4,2	3,4 a 3,6	3,4 a 3,6
Resistência Pressley lb/mg	>7,9	>7,9	>7,9
Alongamento (%)		7	7
Produção de algodão desejada (%)	Aprox.80	Aprox.15	Aprox.5

Por outro lado, a indústria têxtil nacional é, atualmente, a sexta maior do planeta, consumindo em média 850.000t de pluma de algodão/ano (Santana, 1997) a qual exige fibras médias, longas e extra-longas. São exigidas fibras cada vez mais finas e resistentes para que possam ser fiadas nos rotores de alta velocidade, nas fiações modernas; assim, as novas cultivares de algodão devem apresentar finuras em índice micronaire, na faixa de 3,5 a 4,2  $\mu\text{g/in}$  e resistência em HVI superior a 24 gf/tex (Freire et al., 1997).

### **15.6. Aparelhos para medir as características físicas da fibra, interpretação e classificação**

Supõe-se que a arte de avaliar ou classificar o algodão remonta aos anos de 1775 a 1785, na Inglaterra.

Outrora, o valor do algodão era mencionado apenas em função do seu comprimento e tipo. Nas últimas décadas, os tecnólogos passaram a compreender a importância de outras características de interesse na determinação do valor final da fibra de algodão. Desta forma, passou-se a estudar métodos que permitem avaliar, com precisão e rapidez, as principais características físicas da fibra do algodão (Kondo & Sabino, 198-).

Inicialmente, a classificação da fibra era feita manualmente, por classificadores treinados e experientes, que classificavam o algodão pelo tipo, levando em consideração, entre outros, os seguintes aspectos: limpeza, aparência e cor, além do comprimento da fibra, feito manualmente, o que requeria muita habilidade por parte do classificador.

Posteriormente, foram desenvolvidos e aperfeiçoados diversos aparelhos para analisar as características físicas da fibra, entre eles o Fibrógrafo (analisa o comprimento e a uniformidade de comprimento), o Micronaire (determina a finura e a maturidade) e o Estelômetro que, além de analisar a resistência da fibra, determina também o alongamento.

Chama-se a atenção para o fato de que na determinação da maturidade da fibra existem vários processos, sendo o mais comum o do tratamento da fibra por uma solução de soda cáustica a 18% para, em seguida, observar-se ao microscópio o aspecto tomado pela fibra (Fig. 3). Este método é muito eficiente e preciso; no entanto, é pouco utilizado, por ser muito lento (Correa, 1965).

Na atualidade, há necessidade de se modernizar e tornar mais rápidos esses equipamentos de análise física da fibra, a fim de atender à demanda mundial para se classificar, em curto período, uma demanda de mais de 86 milhões de fardos/ano.

Em razão dessa demanda crescente, nos anos 80 os Estados Unidos começaram a utilizar, em caráter experimental, os novos equipamentos HVI "High Volume Instruments". Mais recentemente, em 1993, a safra norte-americana, em torno de 16.145.000 fardos de algodão, teve a classificação oficial efetuada, na sua totalidade, através desses equipamentos. Com este avanço tecnológico, as fiações de algodão passaram a receber um volume maior de informações sobre

cada fardo consumido (Fundação Blumenauense de Estudos Têxteis, 1994).

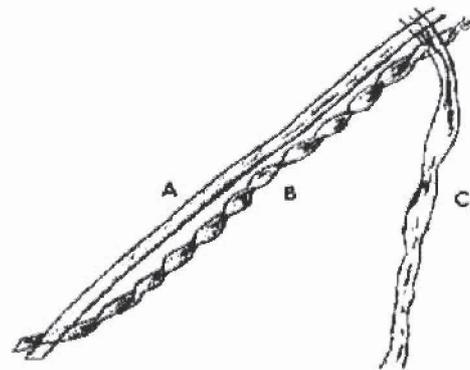


FIG. 3. Aspecto esquemático da fibra madura e imatura, quando tratada por solução de soda cáustica a 18%. a) fibra madura; b) fibra imatura que se apresenta contorcida devido ao tratamento pela soda cáustica; c) fibra de maturidade média. Fonte: Correa (1965).

Atualmente existem, no Brasil, aproximadamente 50 conjuntos HVI em operação; como é um aparelho relativamente novo em nosso país, há a necessidade de se divulgar, de forma simples e ampla, a interpretação dos resultados obtidos.

O sistema HVI é a combinação de aparelhos de medição usados para acessar quantitativamente as características físicas das fibras de algodão, que podem fornecer informações mais rapidamente e em maior quantidade e com tanta precisão quanto as classificações e ensaios laboratoriais (Luna, 1994; Nabas, 1997; Bolsa de Mercadorias & Futuros, 199-; Braqq, 1989).

O HVI modelo 900 da Spinlab/Zellweger Uster, instalado no Laboratório de Fibras e Fios do Centro Nacional de Pesquisa de Algodão, determina as seguintes características físicas da fibra: percentagem de impurezas, comprimento da fibra a 2,5% "Span Length" e a 50% "Span Length", uniformidade de comprimento, índice de fibras curtas, micronaire, resistência, alongamento,  $Rd$ ,  $+b$ , grau de cor e tipo de algodão.

Os resultados dessas variáveis são impressos em uma planilha, com as seguintes entradas.

#### PLANILHA IMPRESSA PELO HVI

Id	Grade	L	%Área	Cnt	Len	Un	SFI	Str	EL	Mic	Rd	+ b	C-G
----	-------	---	-------	-----	-----	----	-----	-----	----	-----	----	-----	-----

#### SIGNIFICADOS:

<b>ID</b>	=	Identificação da amostra
<b>Grade</b>	=	Tipo do algodão
<b>L</b>	=	Código de impurezas
<b>%Área</b>	=	% da amostra coberta pela impureza
<b>Cnt</b>	=	Quantidade de impureza
<b>Len</b>	=	Comprimento da fibra em mm
<b>Un</b>	=	Uniformidade de comprimento em %
<b>SFI</b>	=	Índice de fibras curtas
<b>Str</b>	=	Resistência da fibra em gf/tex
<b>EL</b>	=	Alongamento da fibra em %
<b>Mic</b>	=	Micronaire em µg/in (microgramas/polegada)
<b>Rd</b>	=	Unidade de medida da reflectância (quantidade de luz refletida pela fibra) em %
<b>+ b</b>	=	Amarelamento da fibra (sobre a escala de Hunter)
<b>C-G</b>	=	Color Grade e/ou Grau de cor da fibra (tipo) do algodão

A seguir, serão apresentadas informações complementares para melhor compreensão dos resultados fornecidos pelo HVI:

Comprimento a 2,5% SL (Span Length) é o comprimento médio que atinge 2,5% das fibras distribuídas ao acaso, em um pente ou pinça especial (Tabela 2).

Comprimento a 50% SL é o comprimento médio que atinge 50% das fibras distribuídas ao acaso, em um pente ou pinça especial.

A Relação de Uniformidade (UR), dada em percentagem, é a relação existente entre os 50% SL para os 2,5% SL, representando uma medida de irregularidade do comprimento das fibras dentro de uma população (Tabela 3) (Fundação Blumenauense de Estudos Têxteis, 199-). É expressa pela seguinte fórmula:

$$UR = \frac{50\%}{2,5\%} \times 100$$

TABELA 2. Interpretação do comprimento da fibra SL 2,5%mm e comprimento comercial em mm.

Categoria	SL2,5% (mm)	Comercial (mm)
Curta	Abaixo de 25	Abaixo de 28
Média	25 a 29	28 a 32
Longa	29 a 30	32 a 34
Longa	30 a 32	34 a 36
Muito longa	Acima de 32	Acima de 36

Fonte: Lima & Nabas (1995); Santana & Wanderley (1995).

TABELA 3. Interpretação da uniformidade de comprimento da fibra.

Categoria	UR%
Muito irregular	Abaixo de 41
Irregular	41 a 42
Média	43 a 45
Uniforme	45 a 46
Muito uniforme	Acima de 46

Fonte: Lima & Nabas (1995); Santana & Wanderley (1995).

Índice de fibras curtas e/ou conteúdo de fibras curtas pelo peso é a proporção, em percentagem, de fibras curtas pelo peso com comprimento inferior a 12,7mm (0.5") contida em uma amostra de fibra (Tabela 4) (Fundação Blumenauense de Estudos Têxteis, 199-).

A resistência (Tabela 5) é obtida pela medição da força requerida para romper uma amostra de fibra, e o alongamento (Tabela 6) é o comprimento médio da distância, à qual as fibras se distendem antes da ruptura (Zellweger Uster, 1992 ).

TABELA 4. Interpretação do índice de fibras curtas .

Muito uniforme	Acima de 46
Abaixo de 6%	Muito baixa
6 a 9%	Baixa
10 a 13%	Regular
14 a 17%	Alta
Acima de 17%	Muito alta

Fonte: Fundação Blumenauense de Estudos Têxteis (199-).

TABELA 5. Interpretação da resistência da fibra em gf/tex.

Categoria	gf/tex
Muito fraca	Abaixo de 21
Fraca	21 a 23
Média	24 a 26
Forte	27 a 29
Muito forte	Acima de 30

Fonte: Lima & Nabas (1995); Santana & Wanderley (1995).

TABELA 6. Interpretação do alongamento da fibra em %.

Categoria	%
Muito baixa	Abaixo de 5,0
Baixo	5,0 a 5,8
Média	5,9 a 6,7
Alta	6,8 a 7,6
Muito alta	Acima de 7,6

Fonte: Lima & Nabas (1995); Santana & Wanderley (1995).

As outras três últimas variáveis fornecidas pelo HVI são: Rd, +b e C-G

Reflectância (Rd) é a quantidade de luz refletida de um objeto; é medida sobre uma escala preta e branca, que varia de 0 a 100 unidades de Rd. A fibra varia de 40 a 85 Rd; altos valores de Rd indicam fibras mais claras (Zellweger Uster, 1992).

A variável +b, parte da escala de "Hunter" que indica o amarelamento da fibra. A faixa para a fibra do algodão varia de 4 a 18.

Os valores das variáveis +b e Rd, plotadas em um diagrama de graus de cor (Fig. 4) em que o +b é colocado no eixo das abcissas e o Rd no eixo das ordenadas (Gráfico 1), fornecem a classificação do algodão e/ou Color Grade, informando a cor e o tipo (C-G), e a tecnologia desenvolvida por "NICKERSON-HUNTER", nos Estados Unidos da América do Norte e, posteriormente, adaptada ao HVI.

Na Fig. 4 são fornecidos (Peyer do Brasil, 19--) um diagrama de cores e duas Tabelas (7 e 8) com símbolos e números de código dos graus de cor, oriundos de adaptação do diagrama (USDA) HVI para algodões da Região Meridional do Brasil, desenvolvidos pela Fundação Blumenauense de Estudos Têxteis.

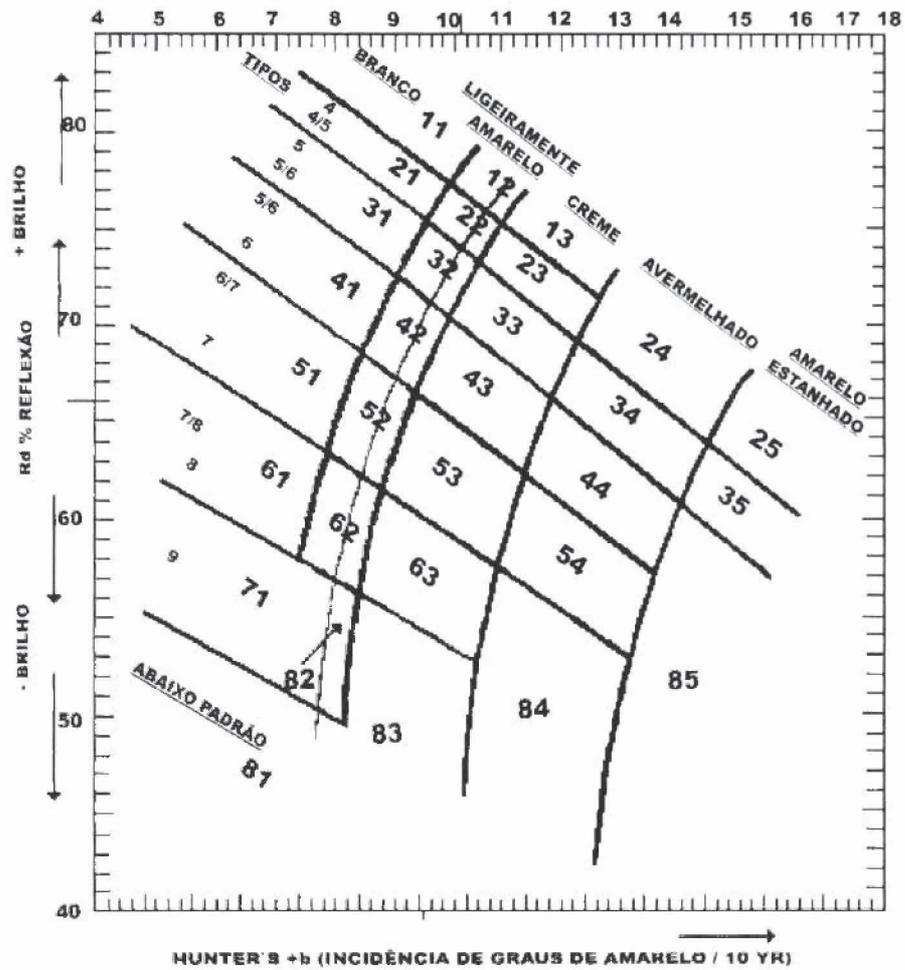


FIG. 4. Interpretação das classes de cores que classifica o algodão pelo Cor e Tipo (Adaptação do diagrama (USDA) HVI para algodão do Brasil (Região Meridional).  
Fonte: Fundação Blumenauense de Estudos Têxteis (1994).

Observando-se o diagrama de cores e as tabelas de símbolos e códigos (Tabelas 7 e 8) percebe-se que o algodão de código 11 corresponde ao algodão branco normal e aos tipos 3 a 3/4, e que o de código 43 corresponde ao algodão de cor creme e aos tipos 5/6 a 6, como também o algodão de código 54 corresponde aos tipos 7 e 7/8 de cor avermelhada, e assim sucessivamente.

TABELA 7. Símbolos e número de código (USDA) dos graus de cor com relação aos tipos de algodão produzidos na Região Meridional do Brasil.

Grau de cor	Branco normal	Grau de cor	Creme
Tipos (Brasil)	Código	Tipos	Código
3		3	
3/4	11	3/4	13
4		4	
4/5	21	4/5	23
4/5		4/5	
5	31	5	33
5/6		5/6	
6	41	6	43
6/7		6/7	
7	51	7	53
7/8		7/8	
8	61	8	63
8		8	
9	71	9	73
Abaixo		Abaixo	
Padrão	81	Padrão	83

Fonte: : Fundação Blumenauense de Estudos Têxteis (1994).

TABELA 8. Símbolos e número de código (USDA) dos graus de cor com relação aos tipos de algodão produzidos na Região Meridional do Brasil.

Ligeiramente amarela		Avermelhada	
Grau de cor	Código	Grau de cor	Código
Tipos (Brasil)	Código	Tipos	Código
3		3	
3/4	12	3/4	14
4		4	
4/5	22	4/5	24
4/5		4/5	
5	32	5	34
5/6		5/6	
6	42	6	44
6/7		6/7	
7	52	7	54
7/8		7/8	
8	62	8	64
8/		8	
9	72	9	74
Abaixo padrão	82	Abaixo padrão	84

Fonte: Fundação Blumenauense de Estudos Têxteis (1994).

Além do HVI existe, também, o FMT2, denominado finurímetro-maturímetro, aparelho desenvolvido pelo Instituto Shirley, da Inglaterra, o qual fornece, simultaneamente, a finura e a maturidade da fibra, nas unidades Micronaire, mtex, Lord e ASTM.

A seguir, serão interpretadas (Tabelas 9 e 10) as unidades fornecidas pelo FMT<sub>2</sub>. (Fundacion para el Desarrollo, 199-; SENAI, 1987; Santana & Wanderley, 1995).

TABELA 9. Interpretação da finura da fibra em  $\mu\text{g}/\text{in}$  e mtex.

< 3,0 $\mu\text{g}/\text{in}$	< 119 mtex	Muito fina
3,0 a 3,9 $\mu\text{g}/\text{in}$	119 a 157 mtex	Fina
4,0 a 4,9 $\mu\text{g}/\text{in}$	158 a 196 mtex	Média
5,0 a 5,9 $\mu\text{g}/\text{in}$	197 a 236 mtex	Grossa
> 6,0 $\mu\text{g}/\text{in}$	> 236 mtex	Muito grossa

Fonte: Fundacion para el Desarrollo, (199-); SENAI (1987); Santana & Wanderley (1995).

TABELA 10. Interpretação da maturidade da fibra nas unidades "LORD e ASTM".

Maturidade	LORD	Classificação	Maturidade	ASTM	Classificação
>	1,00	Muito madura	>	85%	Muito madura
1,00 a	0,95	Acima da média	77 a	85%	Madura
0,95 a	0,90	Madura	68 a	76%	Média
0,90 a	0,85	Madura	60 a	67%	Imatura
0,85 a	0,80	Abaixo da média	<	59%	Muito imatura
0,80 a	0,70	Imatura			
<	0,70	Incomum			

Fonte: Fundacion para el Desarrollo, 199-; SENAI (1987); Santana & Wanderley (1995).

#### Finura em mtex:

Finura standard (padrão) ou finura intrínseca (mtex). Por definição, a finura de uma fibra têxtil ou fio é sua massa por unidade de comprimento (densidade linear). Esta densidade é expressa em mtex, que é o peso em miligramas de 1.000m de fibra (Fundacion para el Desarrollo, 199- ).

A maturidade da fibra é fornecida nas unidades "LORD" e "ASTM" (SENAI, 1987), sendo uma das principais características da fibra e está diretamente correlacionada à sua finura.

Ressalta-se que o método do finurímetro-maturímetro é o que melhor se correlaciona ao método-padrão de determinação da maturidade, qual seja, aquele método em que as fibras são tratadas por

solução de soda cáustica a 18% e, em seguida, observado ao microscópio o aspecto tomado pelas mesmas. As fibras maduras são as que apresentam a espessura da parede maior que a metade do diâmetro do lúmen, ou quando a espessura das paredes for maior que a espessura do lúmen.

É importante frisar que na área internacional os resultados das características físicas das fibras obtidas através de equipamentos HVI vêm sendo constantemente acompanhados, pesquisados e discutidos por grupos de trabalho organizados e mantidos por entidades internacionais (Fundação Blumenauense de Estudos Têxteis, 1994).

Em nosso país, as instituições de pesquisas agrícolas, como o CNPA, o Instituto Agronômico de Campinas - IAC, e outros centros e fundações, como o Centro Regional da Tecnologia Têxtil - CERTTEX, o Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil - CETIQT, a Fundação Blumenauense de Estudos Têxteis - FBET e outras instituições que possuem esse equipamento, vêm desenvolvendo trabalhos de pesquisa no sentido de maximizar sua utilização no Brasil.

Ademais, diversas indústrias da área têxtil possuem esse moderno equipamento, o qual vem fornecendo resultados rápidos e precisos para o funcionamento da indústria têxtil nacional, cujo consumo, em 1993, foi de 829.400 toneladas de pluma (Textília, 1994). Naquele ano, o Brasil teve de importar cerca de um 1,75 milhões de fardos de algodão, para manter esse parque têxtil em funcionamento (Smith, 19--).

Destaque, também, para a Bolsa de Mercadorias & Futuros - BM & F, do Estado de São Paulo, e para a COAMO - Cooperativa Agropecuária Mourãoense Ltda., Paraná, que dispõem de HVI e vêm classificando uma boa parte do algodão produzido na região Meridional, utilizando também este moderno equipamento. Nessa região, a maioria dos tipos de algodão varia de 5/6 a 6/7 (Bolsa de Mercadorias & Futuros, 1994).

### **15.7. Análises das características físicas do fio**

Os conhecimentos das características físicas da fibra são de grande importância para os trabalhos de melhoramento genético e para o atendimento das exigências da indústria têxtil, pois a maioria dessas características está diretamente correlacionada com as físicas do fio, dentre as quais se destacam: tenacidade, alongamento, pilosidade, pontos grossos, pontos finos e neps.

Essas características são de grande importância para a indústria têxtil, as quais são analisadas pelos modernos equipamentos desenvolvidos para tal, descritos a seguir.

### 1. USTER MDTA III

Neste equipamento a amostra é submetida a um processo de abertura e limpeza, cujo material, fragmento de fibra e poeira, é pesado e classificado por conteúdo de impurezas. Após a limpeza das fibras, esta é enviada ao ROTORRING, que formará uma fita de aproximadamente 1,00m de comprimento para ser utilizada na confecção do fio (Fig. 5).

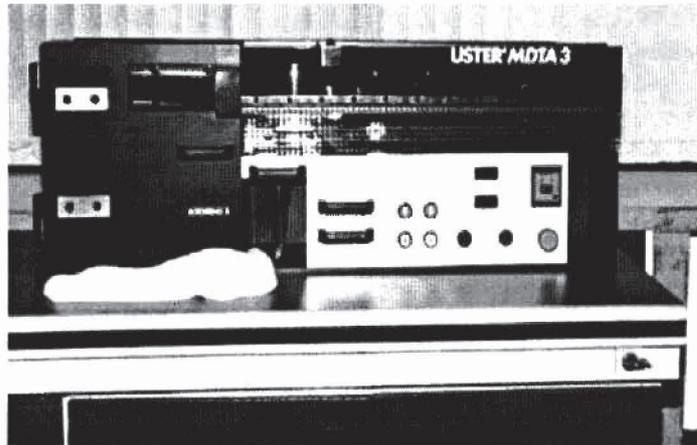


FIG. 5. USTER MDTA III.  
Foto: M. Batista

### 2. USTER QUICKSPIN SYSTEM

Equipamento que fia aproximadamente 200m de fio em poucos minutos (Zellweger Uster, 1993), partindo de uma amostra comercial, permitindo prever as características de processamento da matéria-prima, a qualidade e a aparência do fio a ser produzido. Simula o comportamento da linha de abertura, de misturas de vários materiais e otimiza o processo de fiação e pode ser usado, ainda, para prever a qualidade de fios produzidos em fiação a rotor ou convencional (Fig. 6).

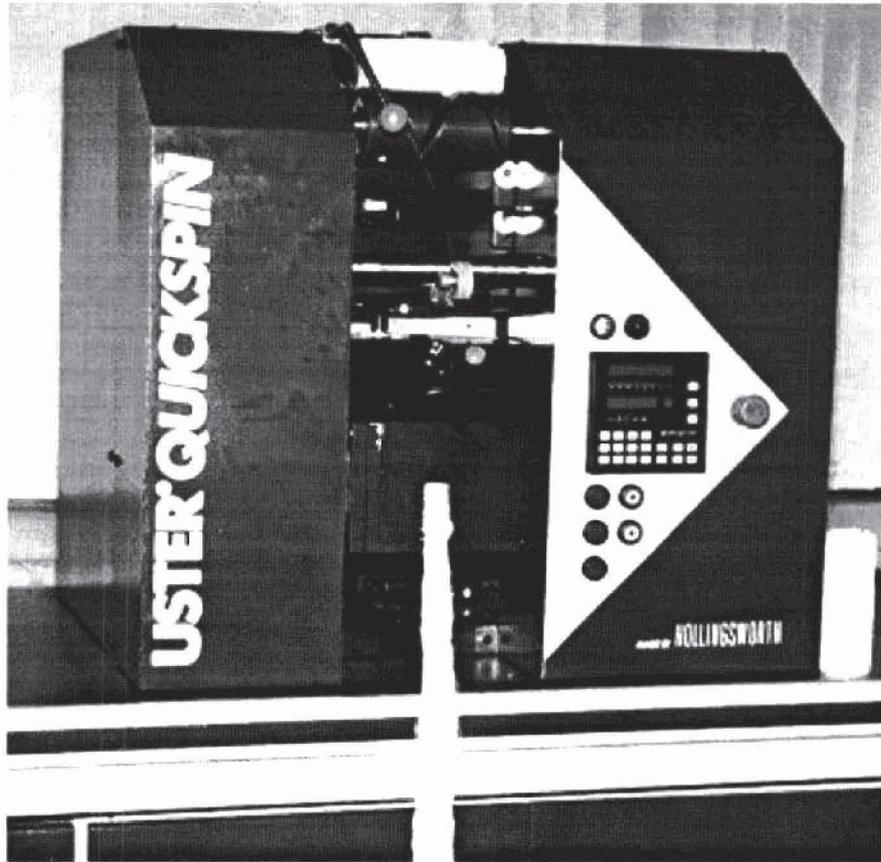


FIG. 6. USTER QUICKSPIN.  
Foto: M. Batista.

### 3. USTER TESTER III

Mede a irregularidade e a pilosidade de fio, do pavio e da fita (Fig. 7)

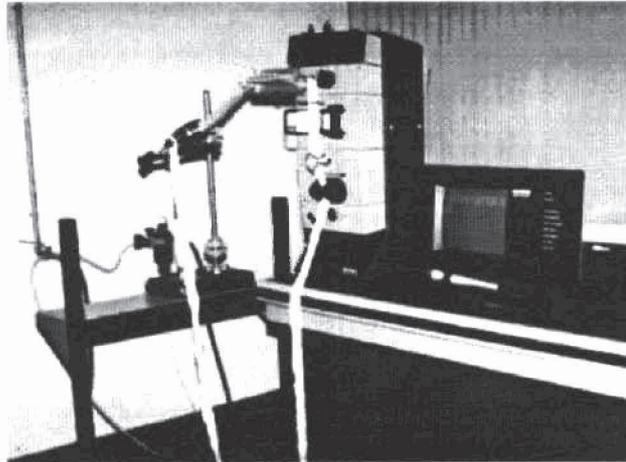


FIG. 7. USTER TESTER III.  
Foto: M. Batista.

#### 4. USTER TENSORAPID III

Mede a resistência e a alongação do fio singelo e retorcido (Fig. 8).



FIG. 8. USTER TENSORAPID III.  
Foto: M. Batista.

Os equipamentos mencionados destinados às análises das características físicas da fibra e do fio do algodão fornecem resultados precisos e rápidos, cujos resultados das análises de fio estão interpretados nas Tabelas 11, 12 e 13, sendo instrumentos imprescindíveis para os trabalhos de pesquisa agrônômica e para a indústria têxtil nacional, a qual exige fibras uniformes, maduras, finas, resistentes e limpas, a fim de preencher as exigências dos processos modernos de fiação: open-end, jato de ar e fricção, cujos fios obtidos serão transformados em tecidos em diversos produtos têxteis de alta qualidade.

TABELA 11. Interpretação dos resultados das análises das características físicas do fio. Algodão 100% processo cardado.

Ensaio do fio	Padrões			Uster		Statistics		Obs.
	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	
CV de título	1.2	1.4	1.7	2.3	3.1	4.0	5.0	
RKM	17.0	***	15.0	14.0	13.0	***	11.0	Padrões
U %	10.8	***	12.0	13.0	15.0	***	17.0	Fio
P. finos	6	***	20	60	200	***	600	30,0
P. grossos	45	***	150	300	500	***	1500	Tex
Neps	70	***	150	300	500	***	1100	

Fonte: Zellweger Uster (1989).

As informações abaixo fornecem melhor compreensão da Tabela 11: 5% excelente, 10% muito bom, 25.0% bom, 50% médio, 75% regular, 90% irregular e 95% muito irregular. CV% = Coeficiente de variação do título, U% = Uster do Fio, RKM = Ruptura/quilômetro, Pontos finos, grossos e neps; essas três últimas representam a regularidade do fio.

TABELA 12. Classificação da resistência unitária do fio 27 tex algodão cardado 100%.

Resistência (gf/Tex)	Uster Statistics	Classificação
11,0	95%	Muito fraca
12,0	75%	Fraca
13,0	50%	Média
14,5	25%	Forte
16,0	5%	Muito forte

Fonte: Zellweger Uster (1989).

TABELA 13. Classificação de alongamento da ruptura para fio 27 tex algodão cardado 100%.

Alongamento (%)	Uster Statistics	Classificação
5,5	95%	Muito ruim
6,3	75%	Ruim
6,8	50%	Médio
7,2	25%	Bom
8,3	5%	Muito bom

Fonte: Zellweger Uster (1989).

### 15.8. Referências bibliográficas

- BOLSA DE MERCADORIAS & FUTURO (São Paulo, SP). **Interpretação de resultados do HVI**. São Paulo, [199-]. 15p.
- BRAQQ, C.K. **O desenvolvimento dos sistemas HVI para a medição da qualidade do algodão**. [S.l.: s.n., 1989?]. 14p. Trabalho apresentado na V Conferência Nacional de Tecnologia Têxtil e de Confecção, Rio de Janeiro, RJ, jul. 1989.
- CAVALERI, P.A.; FERREIRA, I.L. **Produção e qualidade da fibra de algodão para a indústria têxtil brasileira**. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil, 1987. 25p. Trabalho apresentado na IV Conferência Nacional de Tecnologia Têxtil, Rio de Janeiro, RJ, jul. 1987.

- CORREA, F.A. A fibra e os subprodutos. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE POTASSA (São Paulo, SP). **Cultura e adubação do algodoeiro**. São Paulo, 1965. p.509-540.
- FREIRE, E.C.; SOARES, J.J.; FARIAS, F.J.C.; ARANTES, E.M.; ANDRADE, F.P. de.; PARO, H.; LACA-BUENDIA, J.P. **Cultura do algodoeiro no Estado de Mato Grosso**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1997. 65p. (EMBRAPA-CNPA. Circular Técnica, 23).
- FUNDAÇÃO BLUMENAUENSE DE ESTUDOS TÊXTEIS (Blumenau, SC). **Avaliação da qualidade comercial do algodão brasileiro através de testes no HVI (High volume instruments)**. Blumenau, 1994. 14p.
- FUNDAÇÃO BLUMENAUENSE DE ESTUDOS TÊXTEIS (Blumenau,SC). **Resultados de teste no HVI e sua interpretação**. [S.l., 199-]. 33p.
- FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO ALGODONERO. **Laboratório tecnológico de fibras**. Lima, [199-]. 19p.
- GUTKNNEETCH, J. **A avaliação da qualidade da fibra de algodão para sua utilização no processo de fiação**. Rio de Janeiro: CETIQT, 1987. 21p.
- KONDO, J.I.; SABINO, N.P. **Classificação tecnológica do algodão**. Campinas: Instituto Agrônômico, [198-]. v.2, p.42p.
- LIMA, A.P.; NABAS, H.T. **Relatório do laboratório tecnológico de fibras da BM & F**. São Paulo: BM & F, 1995. não paginado.
- LUNA, L.C. de. **HVI: características e peculiaridades do sistema e interpretação de resultados**. Salvador: SENAI/CETIQT, 1994. 27p. Trabalho apresentado no XVI Congresso Nacional de Técnicos Têxteis, Salvador, BA, 1994.
- NABAS, H.T. **Relatório do laboratório tecnológico de fibras**. São Paulo: BM & F, 1997. 12p.
- PEYER DO BRASIL. **HVI test results and their interpretation**. São Paulo, [19--]. não paginado.

- SANTANA, J.C.F. de. Situação atual e perspectivas do algodão brasileiro. **Fibras e Óleos**, Campina Grande, n.2, p.3, abr. 1997.
- SANTANA, J.C.F. de; FREIRE, E.C.; CARVALHO, L.P. de; COSTA, J.N. da; GUSMÃO, J.L. de; SILVA, J.A. da. **Características físicas da fibra e do fio dos algodoeiros arbóreo e herbáceo em melhoramento no Nordeste do Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1989. 27p. (EMBRAPA-CNPA. Boletim de Pesquisa, 23).
- SANTANA, J.C.F. de; WANDERLEY, M.J.R. **Interpretação de resultados de análises de fibras, efetuadas pelo instrumento de alto volume (HVI) e pelo finurímetro-maturímetro (FMT<sub>2</sub>)**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1995. 9p. (EMBRAPA-CNPA. Comunicado Técnico, 41).
- SENAI. Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil (Rio de Janeiro, RJ). **Diretrizes e recomendações para a formulação de uma política de incentivo à produção e à melhoria da qualidade do algodão brasileiro**. Rio de Janeiro, 1987. 8p.
- SMITH, H.R. **Tendências do mercado no mundo**. Lubbock: Texas Tech University, 1994. 10p.
- TEXTILIA, São Paulo, v.4, n.14, set./nov. 1994.
- ZELLWEGER USTER AG (Uster, Suíça). **Uster statistics 1989**. Uster, 1989. 105p. (Zellweger Uster AG. Uster News Bulletin, 36).
- ZELLWEGER USTER AG (Uster, Suíça). **Spinlab HVI 900 high volume fiber test system**. Knoxville, 1992. paginação irregular.
- ZELLWEGER USTER AG (Uster, Suíça). **Uster quickspin system**. Switzerland, 1993. não paginado.