

PARTE 2

A FIBRA DE ALGODÃO



O que é uma fibra de algodão?

É o que iremos abordar nesta parte: como se inicia a formação da fibra na superfície do caroço, como ela se desenvolve ao longo da formação da maçã até chegar ao capulho maduro, pronto para a colheita. Sendo uma matéria-prima vegetal celulósica, cuja estrutura é altamente influenciada pelas condições de cultivo e o ambiente agroecológico, sua caracterização e métodos de classificação são fundamentais para a indústria têxtil usar da melhor forma possível a fibra de algodão. Algumas empresas de classificação da fibra com HVI (High Volume Instrument) apresentam a seguir o perfil geral de qualidade da fibra produzida em Mato Grosso nesses últimos anos.



**Bruno
BACHELIER**
Cirad, França



**Jean-Paul
GOURLOT**
Cirad, França

A fibra de algodão: origem, estrutura, composição e caracterização

1. Origem da fibra de algodão

1.1. O gênero *Gossypium*

Do ponto de vista botânico, os algodoeiros são plantas pertencentes à família das Malvaceae, à tribo Hibisceae e ao gênero *Gossypium*, descrito pelo naturalista sueco Carl von Linné no século XVIII. Até hoje, mais de cinquenta espécies de algodoeiro foram registradas (Altman, 1995), mas o conhecimento do gênero ainda está provavelmente incompleto. Suas áreas de origem abrangem todos os continentes, com exceção da Europa.

Entre essas espécies, 45 são diploides; porém, com a mesma fórmula cromossômica, $2n = 2x = 26$, elas se distribuem em sete genomas, nomeados A, B, C, D, E, F e G. Apenas duas espécies diploides são cultivadas: *G. herbaceum* L. e *G. arboreum* L.

As outras seis espécies são anfidiplóides, com fórmula cromossômica $2n = 4x = 52$, mas segregam como diploides. Todas resultam da fusão espontânea dos genomas A e D. Segundo Wendel & Cronn (2003), esses dois genomas divergiram, há 6-11 milhões de anos, de um ancestral comum. A poliploidização dataria de 1-2 milhões de anos e teria ocorrido nas Américas. Duas dessas espécies são também cultivadas: *G. hirsutum* L. e *G. barbadense* L., sendo que a primeira fornece o essencial da produção mundial atual.

As quatro espécies são cultivadas para obtenção das fibras que seus caroços carregam. Porém, no âmbito desse gênero, as espécies são exceção, já que a maioria das espécies silvestres não produz fibra, ou produz

fibras que não podem ser exploradas, por não ser possível fiá-las. Mas a avaliação dessas espécies enfatiza o interesse para a seleção algodoeira; de fato, algumas possuem genes que participam do controle da adaptação ao meio (fotoperiodismo, duração do ciclo, resistência ao estresse hídrico, etc.), da resistência aos predadores e a doenças ou de características tecnológicas da fibra e da semente. Assim, os algodoeiros silvestres representam fonte potencial importante de melhoria dos algodoeiros cultivados. Neste capítulo, dedicar-nos-emos essencialmente à espécie *Gossypium hirsutum* L., cultivada no Brasil.

1.2. A gênese de um pelo

A fase de floração do algodoeiro tem início entre cinquenta e sessenta dias após a emergência, conforme as variedades e as condições do ambiente. Essa fase é indeterminada: a capacidade de florescimento da planta ocorrerá sempre que as condições o permitirem, e ainda será possível observar uma retomada desse florescimento após uma pausa mais ou menos prolongada. Uma das consequências é a presença concomitante na planta de botões florais, flores e frutos de idades diferentes. O florescimento, iniciado na base da planta, progride com velocidade constante, sendo tanto basífugo quanto centrifugo. Segundo Parry (1981), a diferença média de florescimento é de 5-9 dias entre duas flores vizinhas em um mesmo ramo frutífero e de 2-3,5 dias entre duas flores situadas no mesmo nó de dois ramos frutíferos sucessivos.

A flor (*Figura 1*) é essencialmente polinizada por seu próprio pólen, o



Figura 1. Flor do algodoeiro *G. hirsutum* L. antes da fecundação (Fonte: B. Bachelier © Cirad)



Figura 2. Flor do algodoeiro *G. hirsutum* L. fecundada (Fonte: B. Bachelier © Cirad)

que faz com que a fecundação seja majoritariamente autógama. A via entomófila garante uma taxa variável de fecundação; em *G. hirsutum*, essa taxa raramente passa de 10% em fecundação livre. A fecundação ocorre poucas horas após a antese, ou fase de liberação do pólen. Ela resulta, no aspecto exterior, em mudança da cor da corola, que fica rosada (Figura 2).

O fruto, ou cápsula (Figura 3), contém vários caroços na parte interna do ovário, envolvido em um pericarpo. Compostos por uma casca que protege uma amêndoa (Figura 4), eles carregam a fibra nas espécies cultivadas; são pelos unicelulares que se desenvolvem a partir da epiderme externa da casca (Figura 5). Cerca de 30% das células da epiderme externa diferenciam-se em fibra; as mais longas, ou *lint*, medem até 25 mm em *G. arboreum* e *G. herbaceum*, de 25 a 32 mm em *G. hirsutum* e mais de 33 mm em *G. barbadense*, e representam o principal interesse comercial da cultura algodoeira. Fibras menores (cujo comprimento não seja maior que alguns milímetros) estão presentes em determinadas espécies ou variedades; elas formam uma penugem, ou *linter*, que cobre total ou parcialmente os caroços, que são considerados “vestidos”. Essa penugem pode ser eliminada por deslinteramento mecânico ou químico; os caroços desprovidos de *linter* (naturalmente ou após o deslinteramento) são considerados “nus”.

As células que estão na origem das fibras, embora estejam presentes no óvulo, iniciam seu crescimento logo antes da antese; esse fenômeno tem origem no âmbito da chalaza (ponto de entrada no óvulo dos vasos que o ligam ao ovário: é a extremidade arredondada do caroço), propagando-se até a micrópila (orifício do óvulo pelo qual pe-



Figura 3. Maça verde do algodoeiro *G. hirsutum* L. (Fonte: B. Bachelier © Cirad)

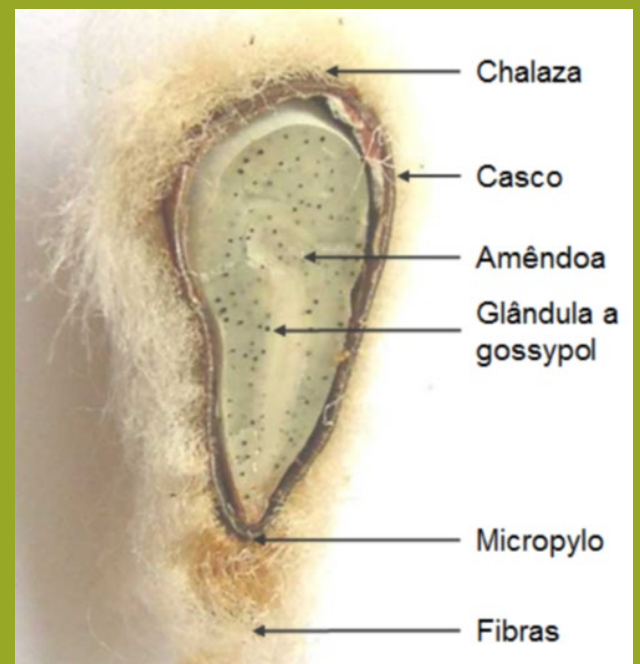


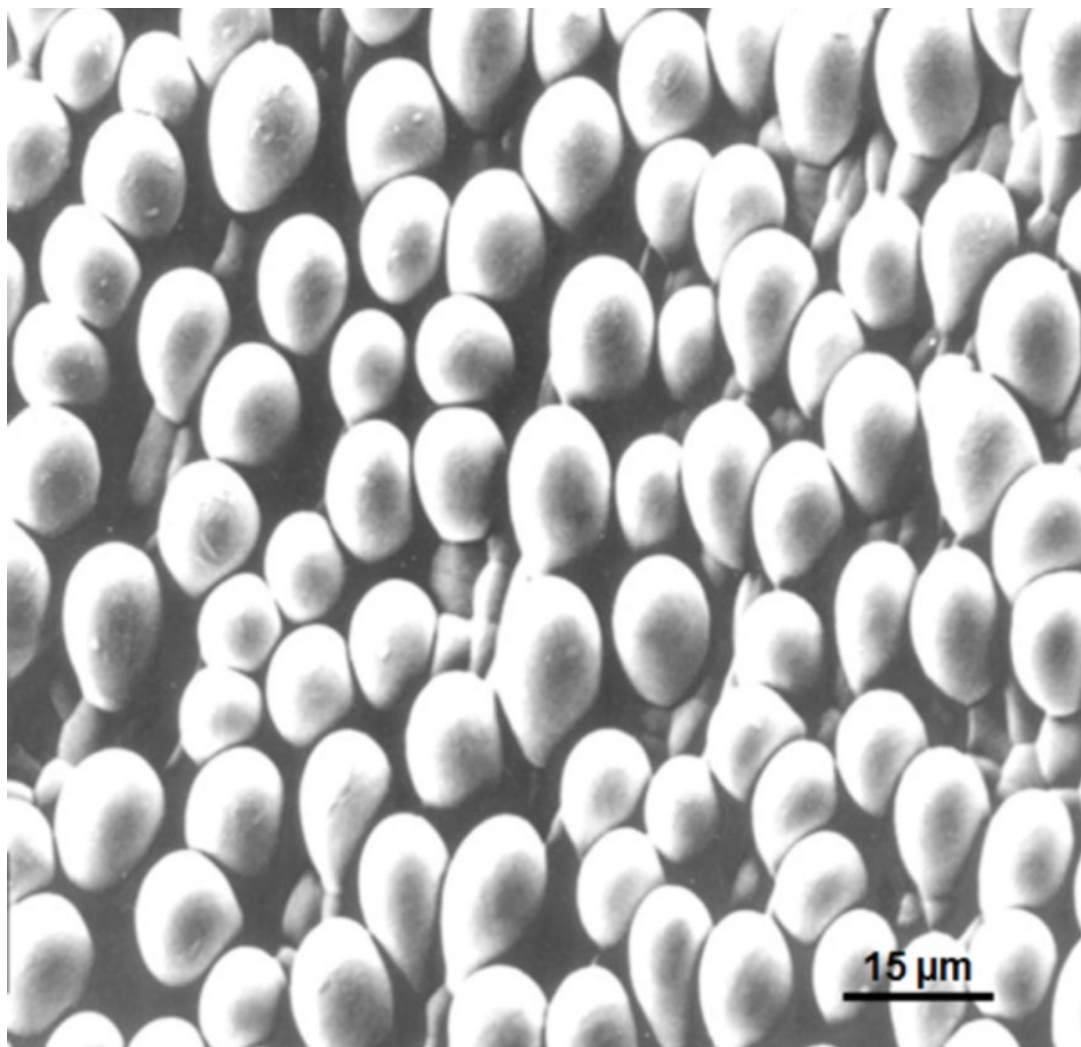
Figura 4. Corte longitudinal de um caroço de algodoeiro *Gossypium hirsutum* L. (Fonte: B. Bachelier © Cirad)

netra o tubo polínico: é a extremidade pontiaguda do caroço) (Figura 4). Isso gera primeiro o *lint* e, depois, o *linter*, a partir do quinto dia após a antese. Um caroço carrega cerca de 10 mil fibras de *lint* e de 5 mil a 10 mil fibras de *linter*. O diâmetro definitivo da fibra situa-se entre 12 μm e 25 μm , sendo rapidamente alcançado, cinco dias após a antese. Seu comprimento aumenta progressivamente, atingindo o máximo de tamanho após vinte dias. A maturidade da fibra está ligada à espessura de sua parede: esta cresce normalmente, sob efeito de depósitos internos de celulose, chegando a cerca de 5 μm quando a cápsula abre-se. Sob impacto de fatores ambientais, ou até varietais, algumas fibras morrem ou não amadurecem; nesse caso, a espessura de sua parede não passa de 2 μm (Figura 6).

As primeiras cápsulas formadas na planta alcançam a maturidade quarenta dias após a antese (ou seja, entre noventa e cem dias após a emergência). Elas passam então a ser deiscentes (Figura 7), abrem-se e deixam aparecer os caroços e suas fibras, que constituem o algodão em caroço (Figura 8), objeto da colheita.

A primeira etapa do beneficiamento do algodão em caroço é o descaroçamento, cujo objetivo principal consiste em separar as fibras dos caroços que as carregam. Essas fibras serão limpas, umedecidas e condicionadas na forma de fardos; sua principal destinação é a cadeia produtiva têxtil. Já os caroços podem ser destinados para produção de semente, alimentação humana (óleo) e animal (caroços inteiros ou farelos), produção de energia (casca) ou celulose (*linter*).

Figura 5. Microscopia eletrônica de varredura (MEV) da superfície de um óvulo de algodoeiro *G. hirsutum* L. no dia da antese (Fonte: Ruan et al., 2003)



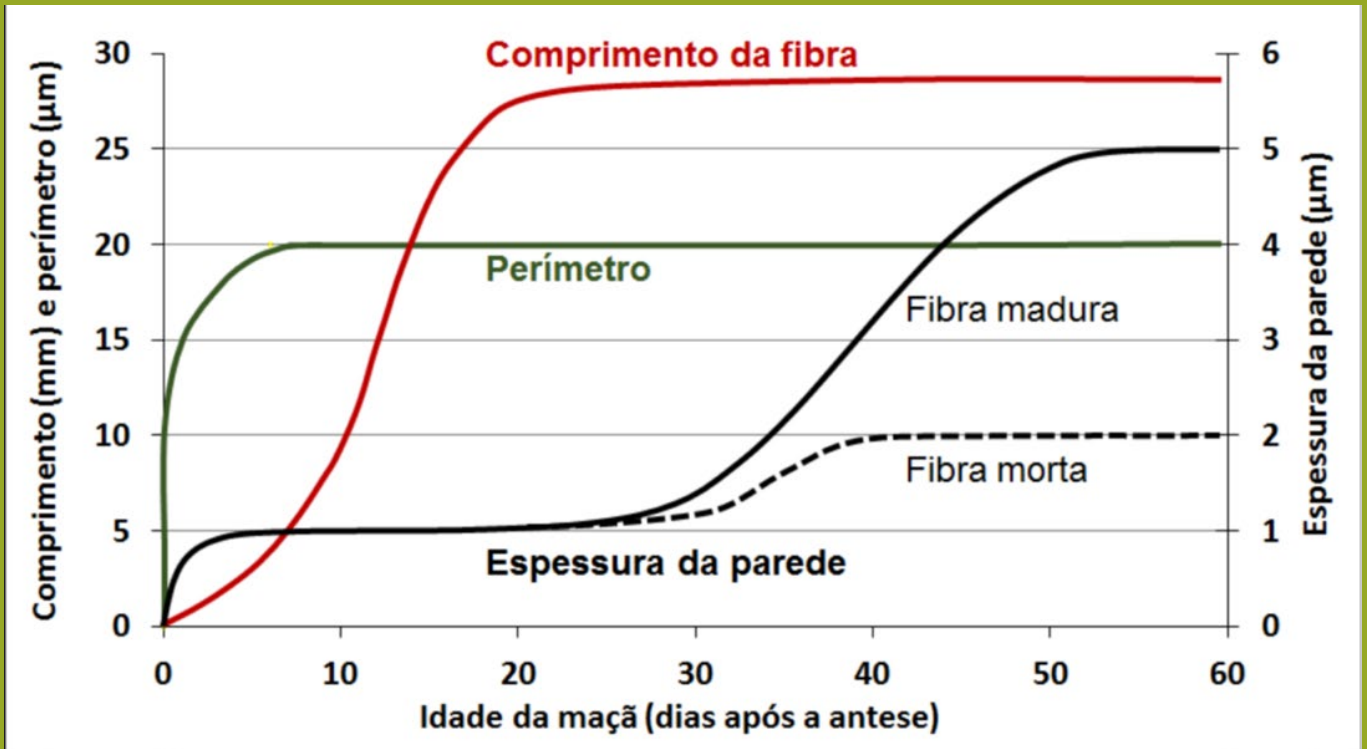


Figura 6. Evolução esquemática do comprimento, do perímetro e da espessura da parede da fibra conforme a idade da cápsula do algodoeiro (Fonte: © Cirad)



Figura 7. Cápsula de deiscência do algodoeiro *G. hirsutum* L. (Fonte: B. Bachelier © Cirad)



Figura 8. Caroço maduro de algodoeiro *G. hirsutum* L. e suas fibras penteadas em halo. (Fonte: B. Bachelier © Cirad)

Figura 9.
Representação
esquemática
da estrutura
de uma fibra
madura de
algodão
(Fonte: Parry,
1981)

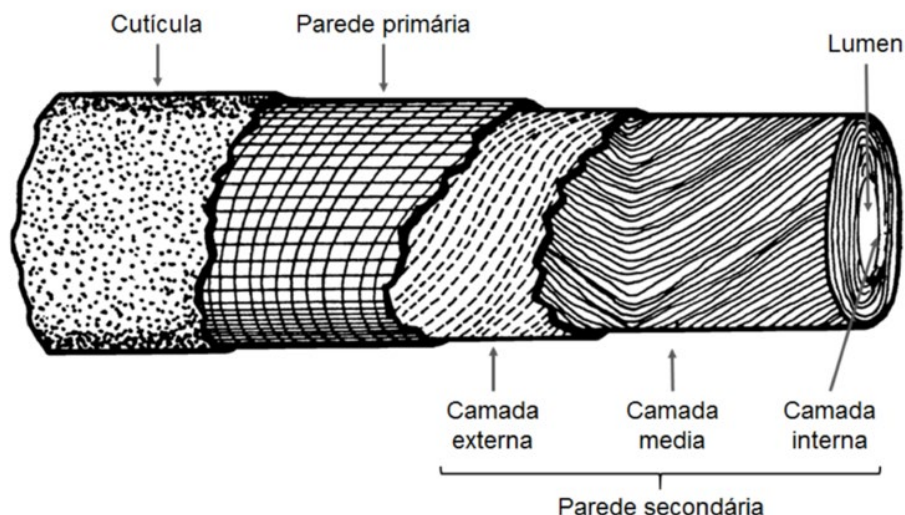
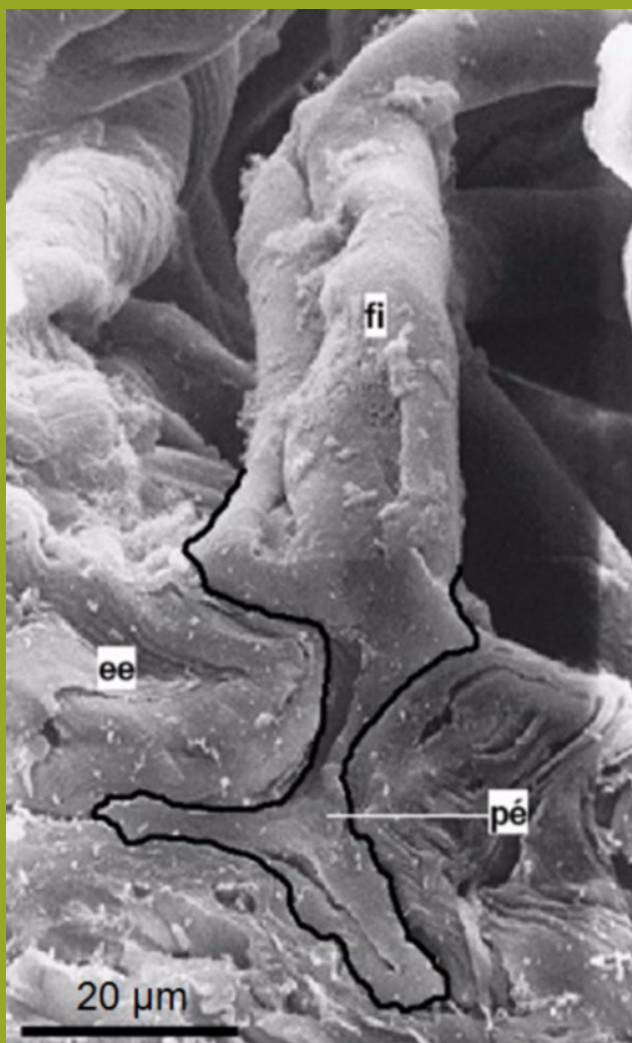


Figura 10.
MEV de um corte transversal da casca de um
caroço maduro de algodoeiro *G. hirsutum* L.
fi = fibra; ee = epiderme externo
(Fonte: J. Desplans & J. L. Chanselme © Cirad)



2. Estrutura de uma fibra de algodão

A fibra de algodão é um pelo unicelular e tem a estrutura de uma célula vegetal não clo-rofiliana: contém um núcleo, um citoplasma e os organitos associados. Estes são circundados por uma membrana plasmática, duas paredes, uma externa ou primária e outra interna ou secundária. A parede primária possui espessura de cerca de 0,2 µm. Ela é coberta por uma camada externa, a cutícula; a secundária regula três camadas concêntricas, dispostas em espiral: uma externa, uma média e uma interna (Figura 9). A camada média, essencialmente composta por celulose, é a mais grossa.

Durante a fase de maturação no âmbito da cápsula, a fibra de algodão é turgescente e cilíndrica. Alcançando a maturidade, quando a cápsula torna-se deiscente, a fibra desidrata-se e o citoplasma retrai-se em direção ao pé (Figura 10), deixando um canal central vazio, o lúmen (Figura 9). Submetida às limitações decorrentes das diferenças de composição e orientação de suas diversas camadas, bem como à perda de pressão osmótica interna, a fibra se contorce (Figura 11). Essa estrutura confere-lhe as propriedades mecânicas de fi-labilidade, permitindo que um feixe de fibra de algodão consiga conservar sua coesão após a torção para formar um fio resistente. O lúmen achata-se pouco ou muito, conforme a espessura de celulose depositada; em uma fibra madura, o depósito de celulose interna é maior, da ordem de 5 µm de espessura. Consequentemente, o diâmetro do lúmen é

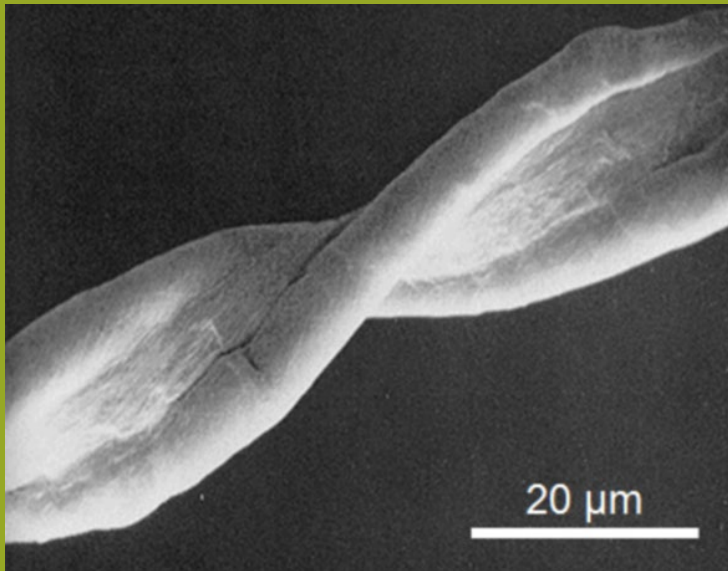


Figura 11. MEV de uma fibra madura de algodoeiro *G. hirsutum* L. que mostra a contorção
(Fonte: J. Desplans & J. L. Chanselme © Cirad)

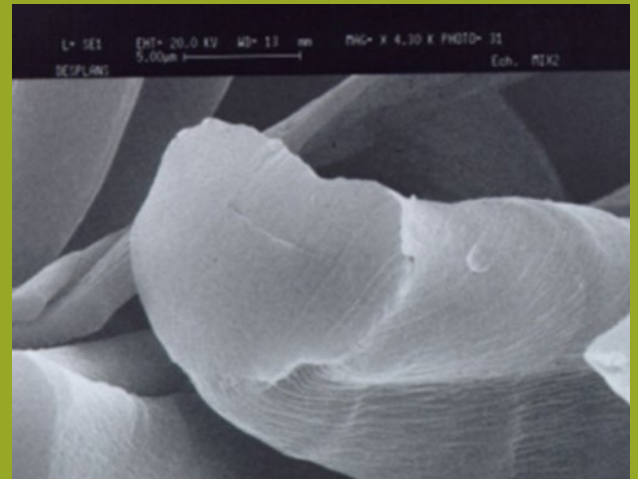


Figura 12. MEV de um corte transversal de fibra madura de algodão *G. hirsutum* L.
(Fonte: J. Desplans & J. L. Chanselme © Cirad)

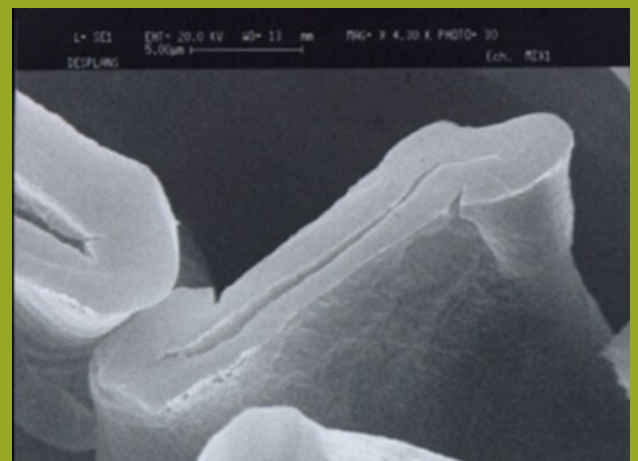


Figura 13. MEV de um corte transversal de fibra imatura de algodão *G. hirsutum* L.
(Fonte: J. Desplans & J. L. Chanselme © Cirad)

reduzido, o achatamento é pequeno e a fibra conserva um aspecto mais ou menos circular (Figura 12). Inversamente, em uma fibra imatura, há pouco depósito de celulose. Nesse caso, o diâmetro do lúmen é relativamente importante e resulta em grande achatamento da fibra, que apresenta a forma de uma fita (Figura 13).

O ponto de inserção de uma fibra na superfície da casca do caroço é uma zona de menor resistência mecânica; quando o descaroçamento é realizado em boas condições (teor em água do algodão em caroço, velocidade de descaroçamento, estado do material etc.), a separação da fibra e do caroço se produz por ruptura nesse ponto de inserção (Figura 14); a fibra obtida possui, nesse momento, o máximo do comprimento.

Porém, nem sempre é o caso, pois quebras podem ocorrer, tanto ao longo da fibra como no âmbito da casca — especialmente se as condições ideais de descaroçamento não forem reunidas, ou se a fibra ou o caroço apresentar zonas de fragilidade; essas zonas de fragilidade podem advir da variedade, das condições de cultivo ou da gestão pós-colheita. Por exemplo, um estresse hídrico ou de alimentação mineral, ou uma exposição prolongada do algodão em caroço aos raios solares ultravioleta fragilizam a fibra. Tais quebras acarretarão a produção de fibras de qualidade inferior, quer por causa de seu comprimento menor, que pode estar ligado a uma taxa maior de fibras curtas (cf. §4.1), quer por causa da presença de fragmentos de casca de caroço, ou see-

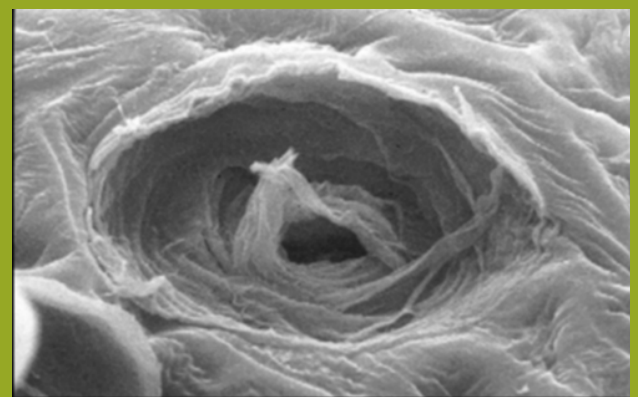
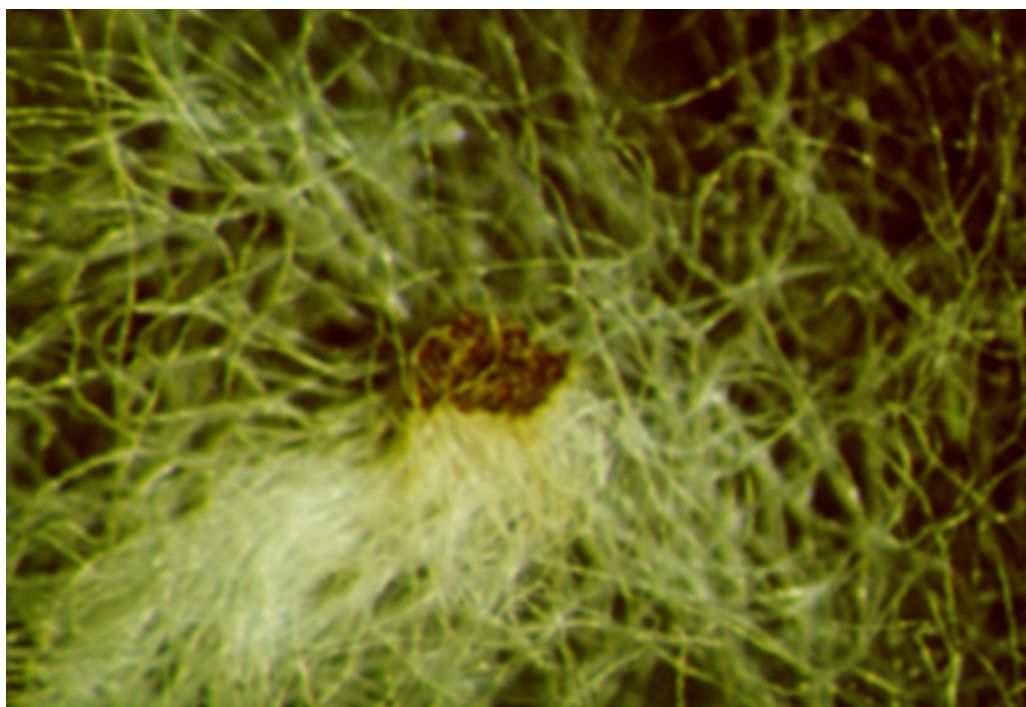


Figura 14. MEV da área da casca de um caroço de algodão *G. hirsutum* L. após descaroçamento, que mostra o ponto de ruptura da fibra
(Fonte: J. Desplans & J. L. Chanselme © Cirad)

Figura 15.
Fibras carregadas por um fragmento de casca de um caroço de algodão *G. hirsutum* L. (Fonte: R. Frydrych © Cirad)



d-coat fragments (Figura 15). Por serem solidários às fibras que carregam, esses fragmentos são difíceis de eliminar; durante a etapa de fiação, acabam integrados no fio, reduzindo sua resistência e degradando seu aspecto (cf. § 4.5.3).

3. Composição da fibra de algodão

A composição da fibra de algodão evolui significativamente de seu início, durante a antese, à maturidade do algodão em caroço e a abertura da cápsula. A fase de crescimento do comprimento da fibra corresponde à síntese dos componentes de sua parede primária, enquanto a fase de maturação corresponde ao preenchimento de sua parede secundária.

Alcançada a maturidade, o peso da matéria seca (MS) da fibra de algodão é constituído aproximadamente 95% de celulose; os demais componentes consistem em proteínas, pectinas, ceras e açúcares (Quadro 1). Na escala de uma fibra de algodão, a celulose contribui amplamente para suas características tecnológicas finais, especialmente sua maturidade, resistência,

alongamento, cor etc. (cf. §4).

A distribuição desses componentes é bem diferente entre os três invólucros da fibra (Figura 9). De fora para dentro, encontramos (Quadro 2):

- A cutícula é essencialmente composta por ceras e matérias graxas. Ela não representa mais que 2% da matéria seca da fibra bruta e confere-lhe caráter hidrófobo e cor mais ou menos amarelada.
- A parede primária é rica em pectinas, hemiceluloses, lignina e celulose e representa até 5% da matéria seca da fibra bruta. Por seu gradiente hidrófobo/hidrófilo, ela constitui uma interface entre a cutícula e a parede secundária.
- A parede secundária representa até 95% da matéria seca da fibra bruta; é composta unicamente de celulose, disposta em camadas concêntricas e espiraladas, com um ângulo de 20 a 30 graus em relação ao eixo da fibra. O caráter hidrófilo da celulose permite, inclusive, fixar os corantes.

Quadro 1. Principais constituintes de uma fibra de algodão maduro

Constituintes da fibra	Porcentagem (p-p MS)
<i>Celulose</i>	94 - 96
<i>Proteínas</i>	1 - 2
<i>Pectinas</i>	0,7 - 1,2
<i>Ceras</i>	0,4 - 1,0
<i>Açúcares fisiológicos</i>	0,3
<i>Outros</i>	0,5 - 3,0

Quadro 2. Distribuição dos componentes de uma fibra de algodão maduro

Invólucro	Componentes	Propriedades	Porcentagem (p/p MS)
<i>Cutícula</i>	<i>Ceras, matérias graxas, metabolitos (açúcares, sais de ácidos orgânicos, ...)</i>	<i>Hidrófobo</i>	0,5 - 2,0
<i>Parede primária</i>	<i>Pectinas, hemiceluloses, lignina, celulose, proteínas...</i>	<i>Interface hidrófoba/hidrófila</i>	4,5 - 5,0
<i>Parede secundária</i>	<i>Celulose</i>	<i>Hidrófila</i>	93 - 95

3.1. A celulose

A celulose é a matéria orgânica mais abundante na Terra (mais de 50 % da biomassa) e o material mais importante da parede das células vegetais. Sua química e sua estrutura permitem explicar suas propriedades.

A molécula de celulose é um polímero longo de fórmula bruta $(C_6H_{10}O_5)_n$, constituído unicamente de celobiose, proveniente da ligação de duas moléculas de glicose (Figura 16). Como tal ligação é de tipo "beta 1,4", as funções homólogas das moléculas de glicose encontram-se alternadamente acima e abaixo do plano da molécula (Figura 17); logo, a cadeia de celulose é linear. Seu comprimento é dado pelo grau de polimerização (GP): é a quantidade N de unidades de monômeros de glicose que a compõem. Na fibra de algodão, o GP é da ordem de 2 mil a 3 mil. Comparada às hemiceluloses e às pectinas (cf. § 3.2), a celulose possui estrutura bem homogênea, que

comporta muitos grupos OH livres e reagentes, necessários para fixar o tingimento.

A flexuosidade da fibra provém do grau de liberdade presente em cada ligação "beta 1,4". Porém, essa característica é limitada pela formação regular de ligações de hidrogênio (H) dentro de cada molécula de celulose (Figura 17). Na perspectiva tridimensional, ligações intermoleculares de hidrogênio conectam também várias moléculas de celulose entre si, de forma paralela, na forma de folheto (Figura 18).

No âmbito superior, os folhetos associam-se, graças a ligações hidrófobas, para criar microfibrilas. Com diâmetro de 20-30 nm, a fibrila é constituída por cerca de 1,5 mil a 2 mil moléculas de celulose, com propriedades de resistência significativas. Elas mesmas estão agrupadas em macrofibrilas que, justapostas, constituem as fibras de celulose (Figura 19).

A disposição ordenada dos folhetos confere

Figura 16.

Formação da celobiose a partir da glicose (Fonte: <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/paroi/cellulose.htm>)

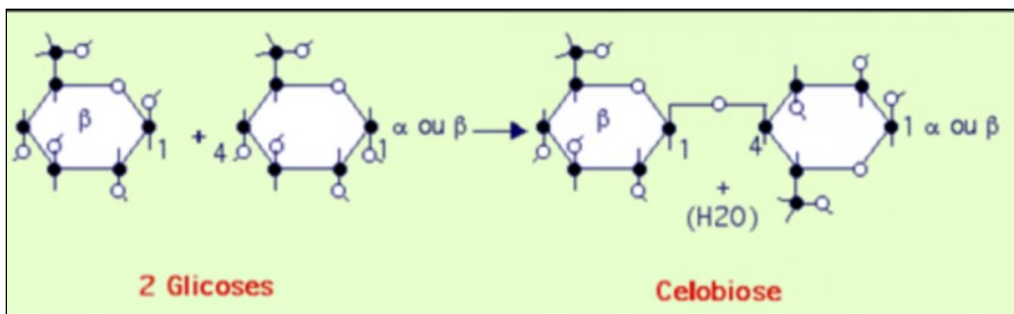


Figura 17.

Estrutura da molécula de celulose. Em pontilhado: ligações intra-moleculares de H (Fonte: <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/paroi/cellulose.htm>)

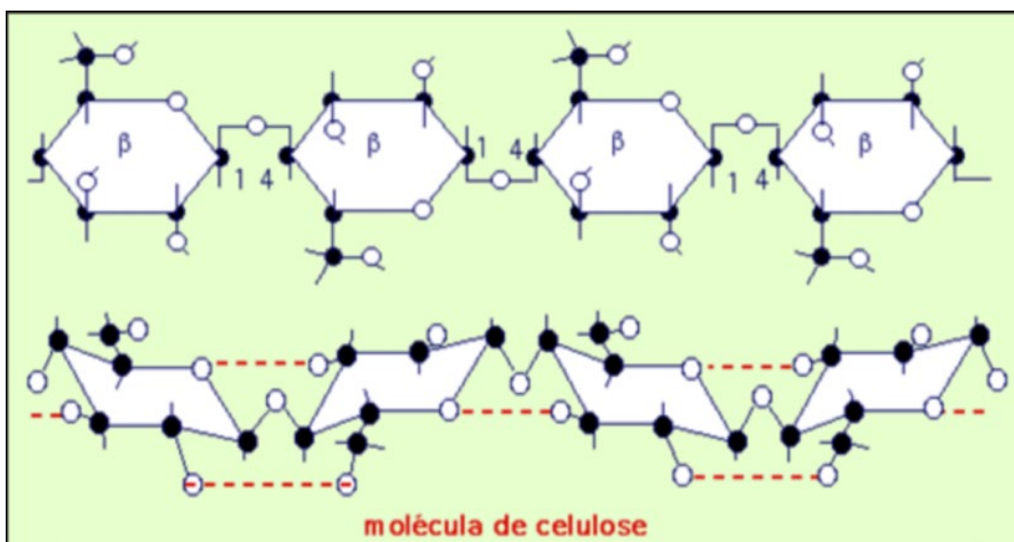
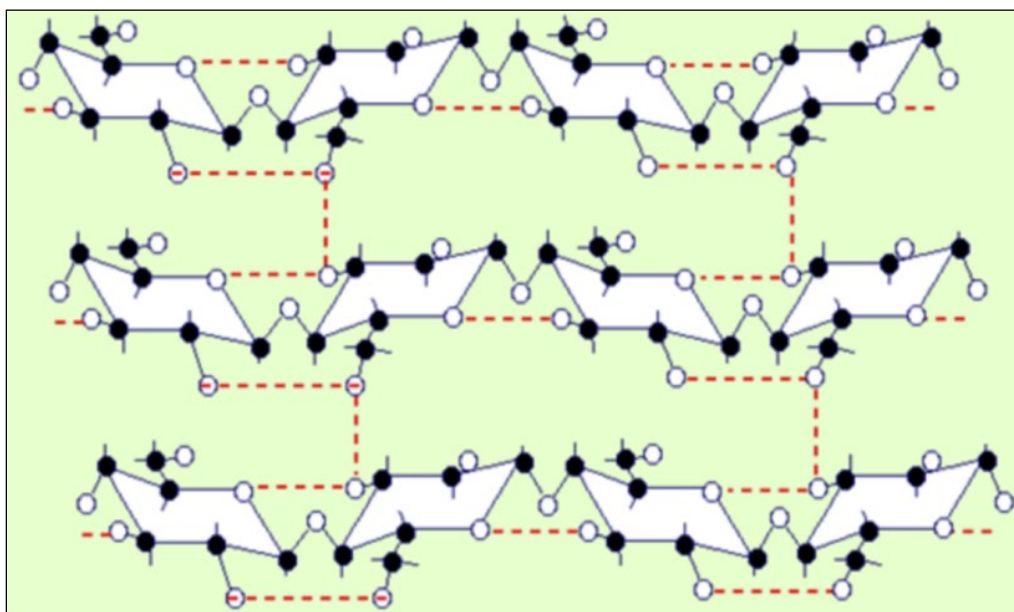


Figura 18.

Folheto proveniente das ligações entre cadeias de celulose. Em pontilhado: ligações de H intra e intermoleculares (Fonte: <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/paroi/cellulose.htm>)



propriedades cristalinas à celulose. Na fibra de algodão, o grau de cristalinidade é relativamente alto: globalmente, 70-75% da celulose encontra-se na forma cristalina, localizando-se principalmente na parede secundária, e 25-30% encontram-se na forma amorfa,

localizando-se principalmente na parede primária (Figura 20). O envelhecimento das fibras, submetidas ao impacto de fatores ambientais ou de tratamentos que lhes forem aplicados (lavagem, secagem, passagem a ferro etc.), gera um aumento na proporção

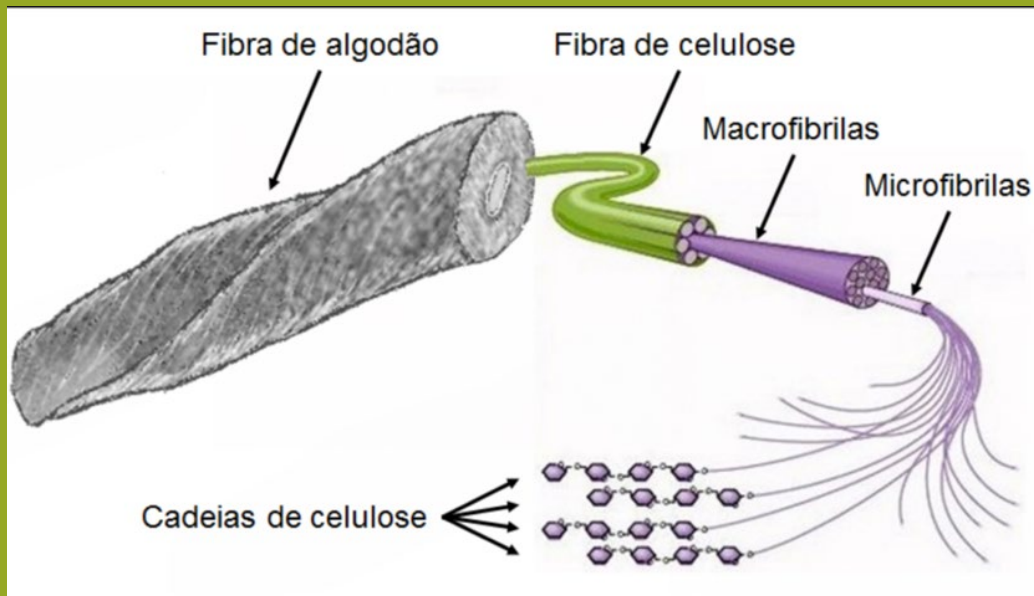


Figura 19. Representação esquemática da organização das cadeias de celulose em uma fibra de algodão

de fração amorfa em relação à fração cristalina.

As zonas amorfas proporcionam à celulose propriedades hidrófilas e capacidade de adsorver água. De fato, nessas zonas as cadeias de celulose possuem grupos OH livres que podem conectar-se às moléculas de água por ligações H. Essas ligações fracas são reversíveis: a fibra de algodão fixa ou libera moléculas de água para alcançar o equilíbrio higroscópico com o meio; a cinética desses intercâmbios depende de vários fatores, como a diferença de teor de água entre a fibra e o meio, a temperatura, a mistura do ar etc.

O teor de água das fibras de algodão é um parâmetro importante, que precisa ser controlado ao longo da cadeia produtiva e do beneficiamento:

- No âmbito da colheita e do armazenamento do algodão em caroço, para evitar o aquecimento e degradação por microrganismos.
- No âmbito do processo de descaroçamento: o índice precisa ser relativamente baixo, de forma a permitir uma boa limpeza do algodão em caroço (5-6%), mais alto, porém (6,5-8%), durante o descaroçamento em si, de forma a evitar a ruptura das fibras (cf. § 2).
- No plano comercial: autoriza-se um teor em água máximo de 8,5% (p/p MS) nos fardos.
- No âmbito do laboratório de classificação: no contexto das recomendações do International Cotton Advisory Committee - Commercial

Standardized Instruments For Testing Cotton (ICAC-CSITC), normas ASTM e ISO definem o condicionamento necessário da fibra antes de sua análise, já que várias características tecnológicas são sensíveis ao teor de água.

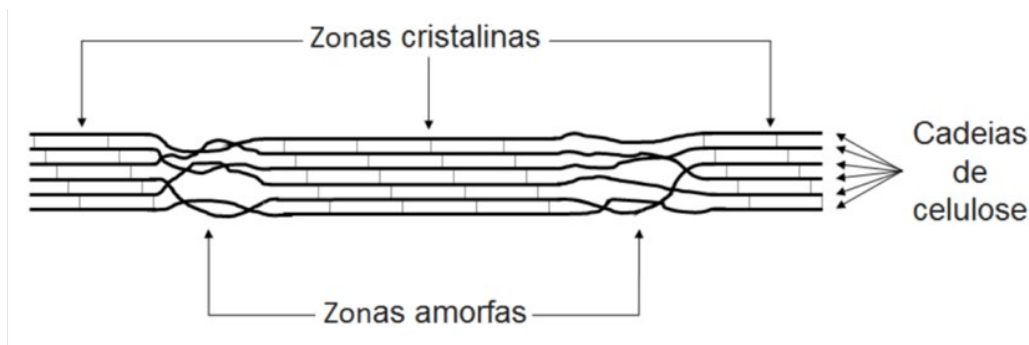
- No âmbito da industrialização da fibra: a boa realização do processo, especialmente na fição, apresenta também sensibilidade em relação a esse índice.

O GP elevado e a grande cristalinidade da celulose da fibra de algodão explicam seu comportamento mecânico, especialmente seu bom nível de resistência à ruptura e alongamento relativamente baixo (cf. § 4.3). Assim, os fatores que promovem a redução do GP ou da taxa de cristalinidade, quer sejam varietais, do manejo cultural ou pós-colheita, terão um impacto sobre esses parâmetros tecnológicos.

3.2. Hemiceluloses, ligninas e pectinas

As hemiceluloses formam um grupo heterogêneo de polissacarídeos complexos (pentosanas, xilanas etc.), de peso molecular relativamente baixo, que se caracterizam por serem solúveis em soluções alcalinas e insolúveis na água. Elas são formadas por uma curta cadeia de celulose (com GP de 50-300 unidades), que se ramifica em pequenas cadeias de açúcares (galactose, fucose, xilose, arabinofuranose etc.), como, por exemplo, nos xiloglucanos (Figura 21). Na parede primária,

Figura 20.
Representação
esquemática
das zonas
cristalinas e das
zonas amorfas
nas cadeias de
celulose



elas formam uma matriz e exercem um papel de fortalecimento por meio das pontes, não apenas entre as fibras de celulose, como também entre os demais compostos da parede. Seu caráter hidrófilo depende do grau de substituição pelos grupos acetil ou metil.

As ligninas são polímeros fenólicos rígidos, hidrófobos e totalmente amorfos. Elas substituem a água na parede e garantem uma função de suporte e reúnem três monômeros, álcoois fenilpropenoicos. No âmbito da parede primária da fibra de algodão, as ligninas garantem a adesão entre hemiceluloses e celulose, tudo isso em um invólucro de pectinas.

As pectinas são polímeros de poliácido galacturônico, metilado e ramificado. No âmbito da parede primária, elas formam cadeias, interligadas entre si por íons Ca_2^+ , de forma a constituir uma rede fibrilar independente, emaranhada com as microfibrilas de celulose e as fibras de hemiceluloses associadas. As ligações são de tipo fraco e podem facilmente romper-se, permitindo certa elasticidade da parede e proporcionando à fibra flexibilidade. O caráter hidrófilo das pectinas depende do grau de esterificação das funções ácidas e da quantidade de íons de cálcio complexados.

3.3. Ceras e matérias graxas

Esses termos, aplicados à fibra de algodão, abrangem o conjunto de com-

postos que podem ser extraídos por meio de solventes orgânicos (álcoois, ácidos e ácidos graxos). Eles se localizam essencialmente na cutícula; trata-se de cerídeos, ou complexos de ésteres de ácidos graxos, e de cutina, ou complexo de hidroxiácidos graxos. São eles que tornam a fibra hidrófoba em relação à água líquida. Porém, eles são parcialmente permeáveis ao vapor de água.

Para determinar a taxa de ceras da fibra, utiliza-se, em particular, um extrator Soxhlet. O teor de ceras pode variar de 0,4% a 1,0%, indo até 1,3%. O valor de 0,6% é considerado um teor médio.

Em geral, o algodão é filado no estado bruto, e as ceras, haja vista suas propriedades lubrificantes, contribuem para facilitar a fiação. Em contrapartida, um teor excessivamente alto de ceras pode acarretar redução na resistência dos fios, por fricção das fibras, umas sobre as outras, e pode também causar coloração amarelada e falta de afinidade tintorial.

Assim, na indústria têxtil é necessário eliminar previamente as ceras, de forma a poder tingir a celulose de forma sustentável e homogênea. O processo habitual recorre a um tratamento alcalino (soda a 100°C) das fibras na presença de tensoativos, seguido por branqueamento oxidativo. Esse tipo de tratamento comporta inconvenientes significativos, entre eles a alteração da fibra, a geração de efluentes alcalinos e

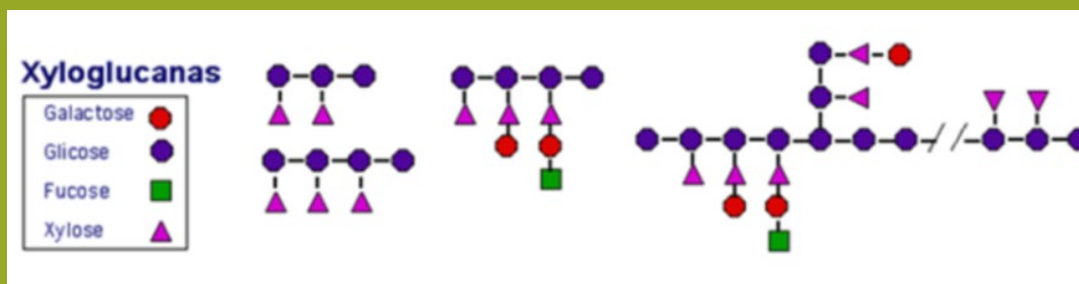


Figura 21.
Um exemplo de hemicelulose: os xyloglucanos



Figura 22. Cápsulas de algodoeiro com fibra naturalmente colorida nos tons verde, bege e marrom (© Cirad)

um importante consumo de energia. Por isso, devem-se buscar alternativas limpas e econômicas, como recorrer a enzimas (pectinases, hemicelulases, glucanases, xilases etc.) que atuam em temperaturas moderadas (abaixo de 60°C) e preservam a celulose.

3.4. Os pigmentos

Os pigmentos produzidos por determinados algodoeiros permitem obter fibras naturalmente coloridas de cor verde, bege ou marrom (Figura 22), com toda uma gama de nuances. Tais pigmentos são, em sua maioria, flavonoides.

Nas fibras verdes, os pigmentos estão associados à celulose na parede secundária, na forma de anéis concêntricos em torno do lúmen. Nas fibras bege ou marrom, os pigmentos, inicialmente contidos no citoplasma durante o crescimento da fibra, encontram-se no lúmen na maturidade. Essa diferença de localização dos pigmentos explica porque, ao longo do tempo, a cor verde mantém-se menos bem que as outras.

4. Caracterização da qualidade da fibra de algodão e dos contaminantes

Numerosas características estão associadas à qualidade das fibras de algodão; as principais são:

- Comprimento* e uniformidade*
- Índice *micronaire**, maturidade, finura
- Resistência à ruptura* (ou tenacidade), alongamento à ruptura
- Colorimetria (reflectância*, grau de amarelo*, cargas)
- Contaminantes das fibras do algodão

Somente algumas das características descritas (marcadas com *) são consideradas critérios comerciais usuais no âmbito global e levadas em consideração como tais nos contratos de venda. As outras características podem ser mencionadas de forma opcional ou para gerenciar as matérias-

-primas lançadas na produção.

A maioria dessas características de fibra pode ser avaliadas de diversas formas ou com diversos instrumentos. Os instrumentos Standardized Instruments for Testing Cotton (SITC) são os únicos que possibilitam realizar mensurações instrumentais, automatizadas, rápidas e integradas dos critérios comerciais (e, em tese, de outros). Graças a eles, é possível classificar fardos, um por um, com base em todos esses critérios; as condições de uso estão informadas no site do CSITC.

Notas importantes

- Para qualquer método, instrumento, forma ou técnica de caracterização empregada, é preciso lembrar que os resultados obtidos representam apenas a amostra ou as amostras que foram analisadas e correspondem, assim, a médias observadas nessas amostras.
- De fato, já há diferenças entre as diversas fibras de algodão que carregam um mesmo caroço, que dizer entre um caroço e outro, entre cápsulas, entre posições das cápsulas em uma planta de algodão, entre plantas de algodão, entre talhões, entre variedades etc. Para cada característica, isso corresponde a uma distribuição no âmbito de uma amostra (*Figura 23*).
- Assim, existe uma variabilidade nos resultados de caracterização em cada nível do cultivo do algodão, e uma amostragem pertinente precisa ser realizada para ser representativa do que precisa ser medido.
- Além dessa variabilidade ligada à amostra, é preciso acrescentar a variabilidade advinda de possíveis vieses de mensuração (calibração, efeito eventual do operador, condições de mensuração etc.), e isso

precisa também ser levado em conta quando utilizamos os resultados médios obtidos nas mensurações acima mencionadas. Na realidade, para cada método de mensuração os componentes de sensibilidade, resolução, a capacidade de repetição etc. são limitados, o que leva a mitigar qualquer resultado de medição com um intervalo de confiança maior ou menor, em função da amostra analisada e do método utilizado.

4.1. O comprimento

Por que mensurar o comprimento

- Para definir qual tipo de produto acabado será realizado a partir das fibras.
- Para verificar as regulagens dos equipamentos de descaroçamento.
- Para definir o preço comercial das fibras.
- Para permitir a regulação dos equipamentos de transformação em fiação.

Como medir o comprimento

- Fibra por fibra: obtenção de um histograma (*Figura 24*, parte superior) dos comprimentos da fibra.
- Por meio de pulling: avaliação do comprimento comercial, em um feixe de fibras constituído manualmente.
- Com aparelho com sistema de pentes: mensuração do diagrama (*Figura 24*, no meio) de comprimento (em massa ou em quantidade de fibras) para obter o comprimento médio (Mean Length ou ML, em mm), o coeficiente de variação (CV, em %) de comprimento e o índice de fibras curtas (Short Fiber Con-

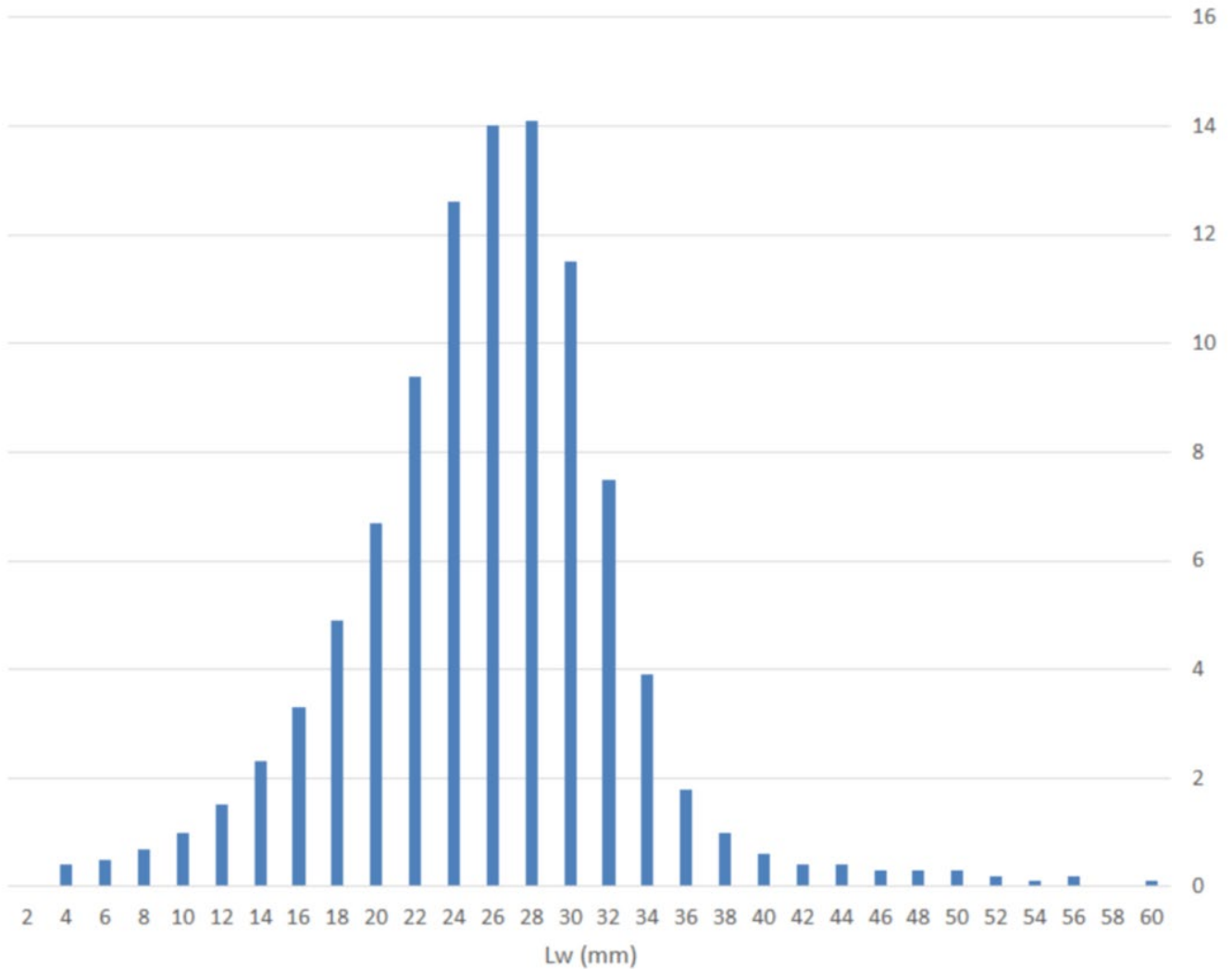


Figura 23. Exemplo de distribuição no comprimento (mm) de fibras individuais de uma amostra de referência (algodão B26, 25 mil fibras individuais testadas com AFIS®)

tent ou SFC, em %), com base em um feixe de fibras cujas origens estão alinhadas.

- Em aparelhos clássicos:

- em um fibrógrafo ou Fibrotest: o resultado da medição é uma curva chamada fibrograma, (Figura 24, parte inferior); a interpretação em *Span Length* (SL) é um dos métodos existentes. SL 2,5% expressa-se em mm ou em polegadas e indica que 2,5% das fibras apresentam um comprimento maior ou igual ao valor indicado e corresponde ao comprimento *pulling*, assim como SL 50% indica que 50% das fibras apresentam um comprimento superior ou igual ao valor indicado. A proporção de SL 50% para SL 2,5% é o

Uniformity Ratio (UR em porcentagem). Esse método não é mais usado para a classificação comercial do algodão.

- em um Almeter 101: diagramas (de massa e quantidade) permitem conhecer ML, CV%, SFC.
- Em equipamentos padronizados para testar algodão (SITC): o mesmo fibrograma é obtido e interpretado pelo método de ML. O valor ML (em mm ou polegadas) representa o comprimento médio das fibras, enquanto o Upper Half Mean Length (UHML em mm ou polegadas) representa o comprimento médio da metade das fibras maiores e corresponde ao comprimento *pulling*. A relação de ML para UHML é o Uniformity Index (UI em porcentagem).

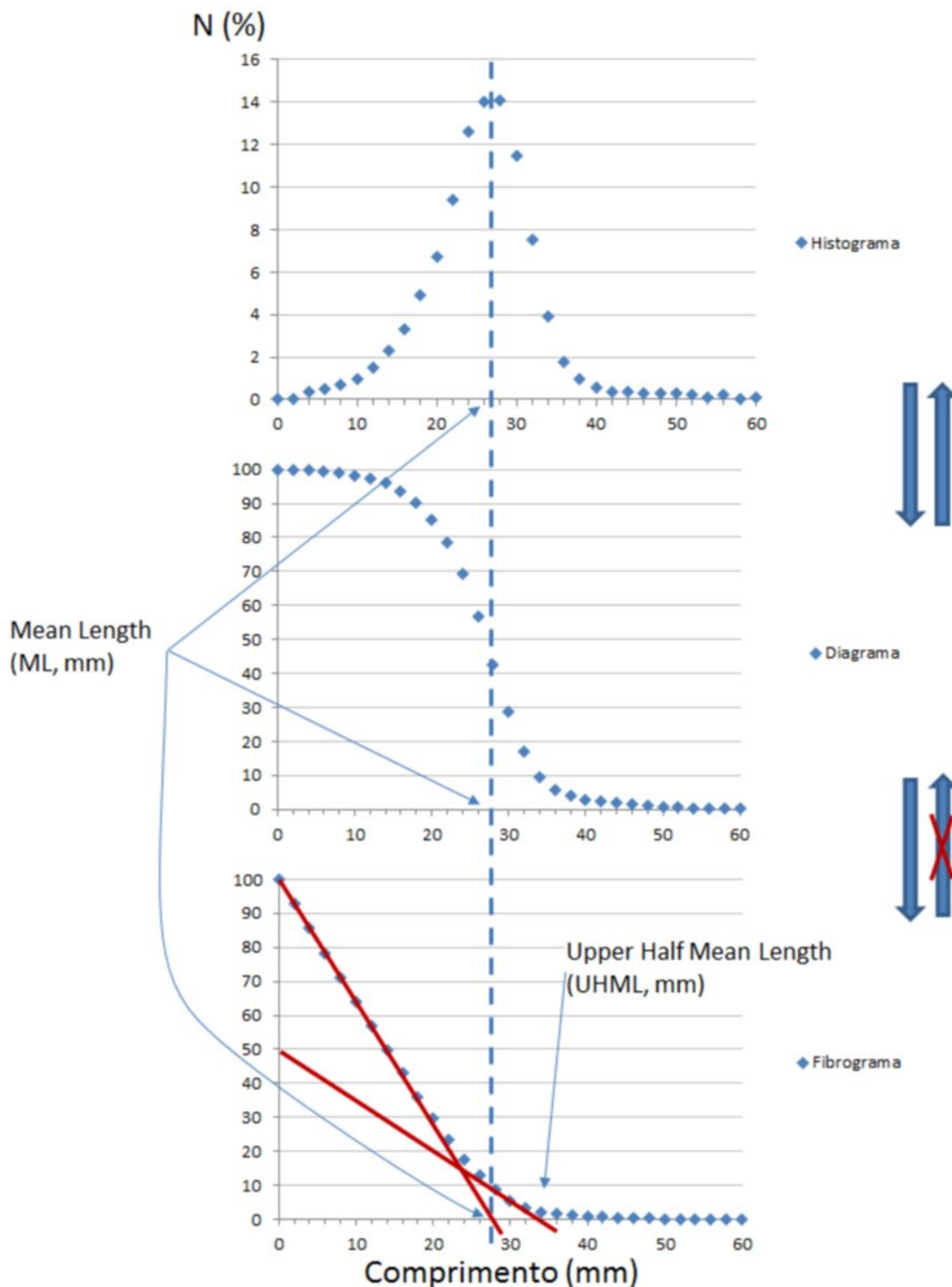


Figura 24 .

Representação de um histograma, de um diagrama e de um fibrograma e interpretações. O diagrama corresponde ao acúmulo de frequências por classe de comprimento do histograma, e a fibra corresponde ao acúmulo das frequências, por classe de comprimento do diagrama. O comprimento médio pode ser deduzido a partir dos três gráficos por meio dos traçados e dos cálculos adequados (linha vertical azul pontilhada). Com a linha vermelha que parte de 100% no fibrograma, é possível calcular o ML sobre as SITCs. Para complementar, a linha vermelha que sai de 50% no fibrograma permite calcular o UHML, o comprimento comercial dos algodões. As setas à direita mencionam as possibilidades de conversão simples de um gráfico para o outro

Para complementar, é possível calcular o valor de Short Fiber Index (SFI sem unidade); mas é preciso cuidado, pois o índice não corresponde a uma taxa de fibra curtas (Short Fiber Content ou SFC em porcentagem), algo que só pode ser medido objetivamente a partir de um histograma ou de um diagrama.

- Em um aparelho de caracterização fibra por fibra AFIS® (*Advanced Fiber Information System*): medição da distribuição do comprimento com produção de histogramas (em massa e quantidade) para ML, CV, UQL (*Upper Quartile Length*, que resulta da interpretação de um diagrama dos comprimentos de fibras em que estas estão alinhadas com a origem comum), SFC (taxa de fibras menores que 12,7 mm; as versões recentes do aplicativo possibilitam configurar esse limiar; atenção: o SFC é diferente do SFI).

Nos métodos de medição dos histogramas e diagramas, pressupõe-se que as fibras estarão alinhadas com uma origem comum, ao passo que isso não se aplica ao caso de fibrogramas em que as fibras são pinçadas ao acaso em seu comprimento. Deduz-se que é possível converter um histograma em diagrama ou um diagrama em histograma. Em contrapartida, ainda que seja possível calcular um fibrograma a partir de um diagrama, não é possível converter simplesmente um fibrograma em diagrama (como indicam as setas verticais na *Figura 24*, à direita).

Notas de leitura

Considerando a observação anterior, quando o resultado de uma caracterização do comprimento para uma determinada amostra for, por exemplo, de 30,8 mm:

- Todas as fibras dessa amostra não medem 30,8 mm; trata-se do “comprimento comercial”, medido segundo a característica UHML, que leva em conta todas as fibras do espécime extraído da amostra, no qual os comprimentos de fibras distribuem-se provavelmente entre 0 e 35 mm, ou até mais.
- Esse valor de comprimento só é representativo da amostra analisada; somente em determinadas condições de amostragem aprovadas por todas as partes envolvidas será possível

ampliar a representatividade do valor para o fardo (como no caso da classificação comercial dos fardos) ou para o módulo inicial, ou, quiçá, uma abrangência maior ainda, que contenha essa amostra, por exemplo.

- Multiplicar as medições de comprimento na amostra (supostamente de massa ilimitada) não dará necessariamente sempre o mesmo resultado (*Figura 25*), já que a amostragem de um espécime a ser testado em cada medição é realizada em uma massa de fibras potencialmente variável. A variabilidade evidenciada nessa figura é apenas relativa quando a escala normal dos comprimentos de fibras (tais como apresentado na *Figura 26*) é utilizada na *Figura 23*.
- Existe material de referência internacional para a calibragem dos aparelhos de medição e sua verificação. Assim, todos os laboratórios podem utilizar uma padronização comum e mundial e tornar os resultados comparáveis em uma mesma escala; é evidente que este material de referência, também chamado de Standards, deve necessariamente ser usado quando for preciso caracterizar o algodão para comercialização. Nesse contexto, trata-se de:
 - *Universal High Volume Calibration Cotton Standards*, com uma gama de algodões cujos valores são definidos em função de características de comprimento UHML e UI e pela tenacidade Strength (cf. § 4.3).
 - *Universal Micronaire Calibration Cotton Standards*, com uma gama de algodões cujos valores são definidos em função do *micronaire* (cf. § 4.2).
 - Uma gama de placas de calibragem para medir a cor através das duas características de colorimetria Rd e +b (cf. § 4.4).

Nota sobre as fibras curtas

- De forma geral, as fibras consideradas curtas são aquelas cujo comprimento é inferior ou igual a 12,7 mm (ou seja, meia polegada, exceto na China, onde o limite foi definido em 16 mm).
- A partir dos resultados de medição do SFC descrito acima, a taxa de fibras curtas pode ser estimada e constitui a porcentagem das fibras ditas curtas no espécime testado. Ainda não há méto-

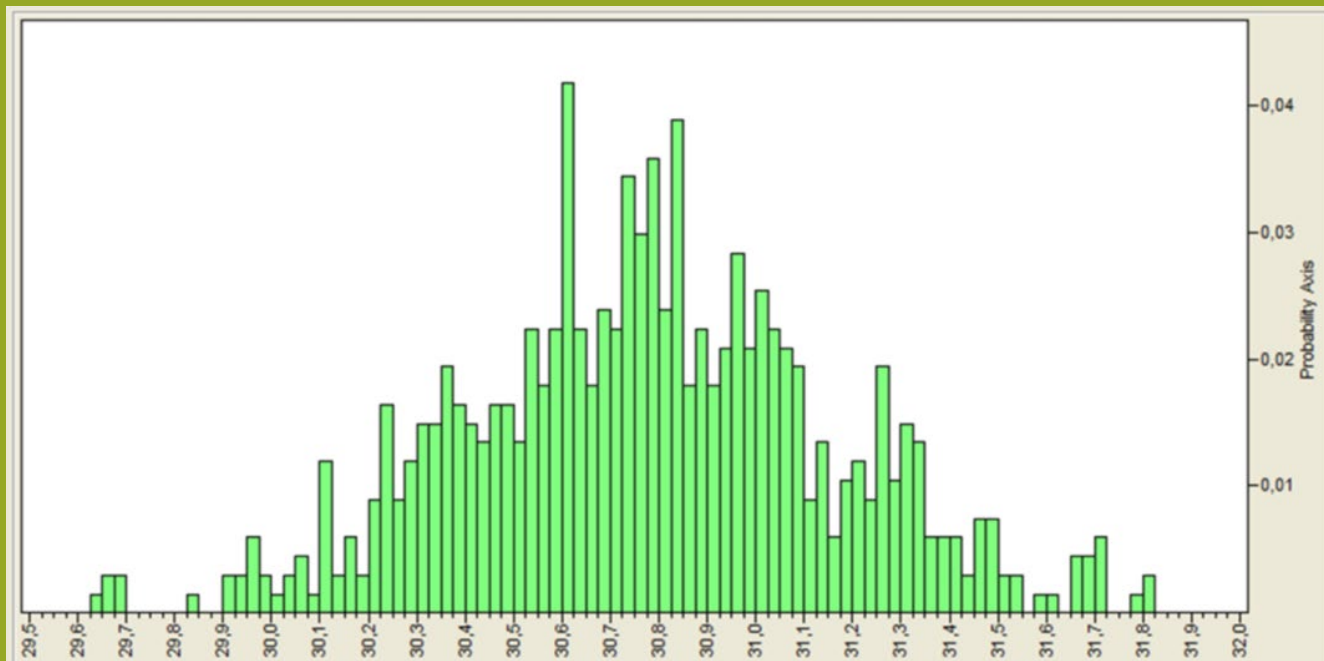


Figura 25.

Distribuição de 668 medições de comprimento UHML (mm) de fibra em uma amostra de massa 'ilimitada' de fibra (algodão de referência UHVICC ref. 34633, com valor nominal aprovado e média observada de 30,8 mm, Cirad-LTC em 2017). A escala específica escolhida para o eixo horizontal dá impressão de grande variabilidade (cf. figura seguinte)

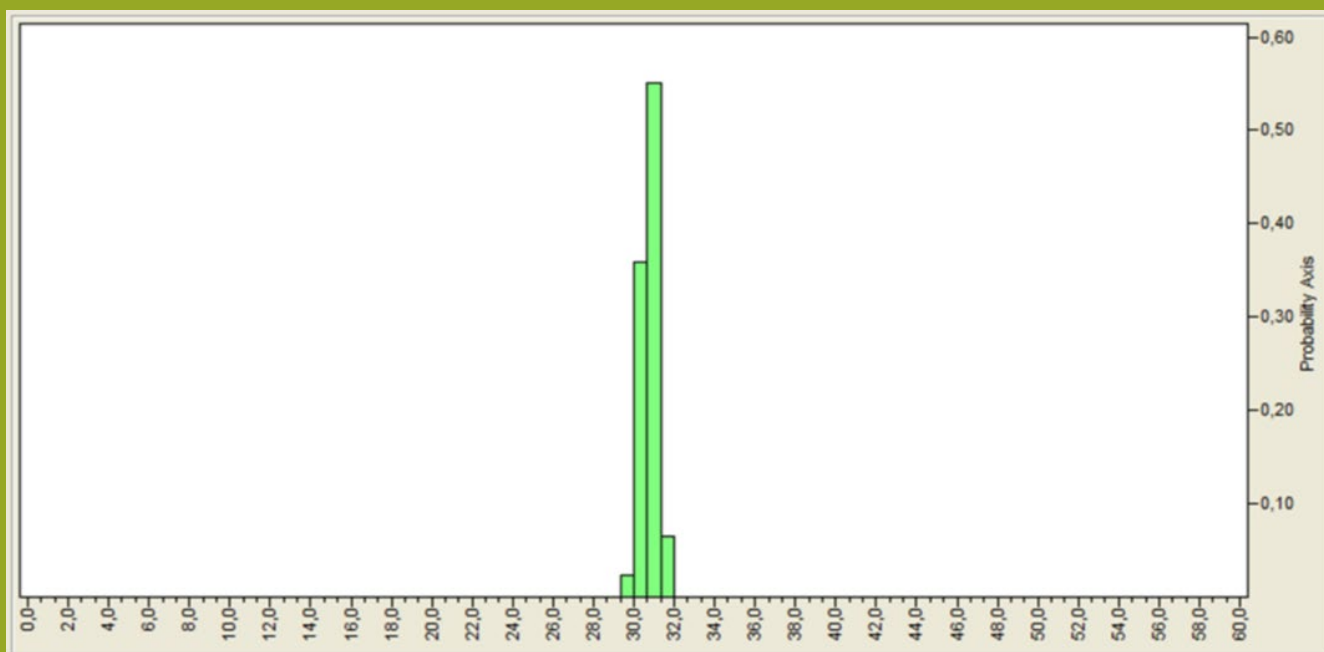


Figura 26.

Mesmo gráfico que o anterior, usando a escala da figura anterior para representar a distribuição do comprimento (mm) de fibras individuais de uma amostra de referência. Na verdade, a variabilidade aparente acima é bem relativa

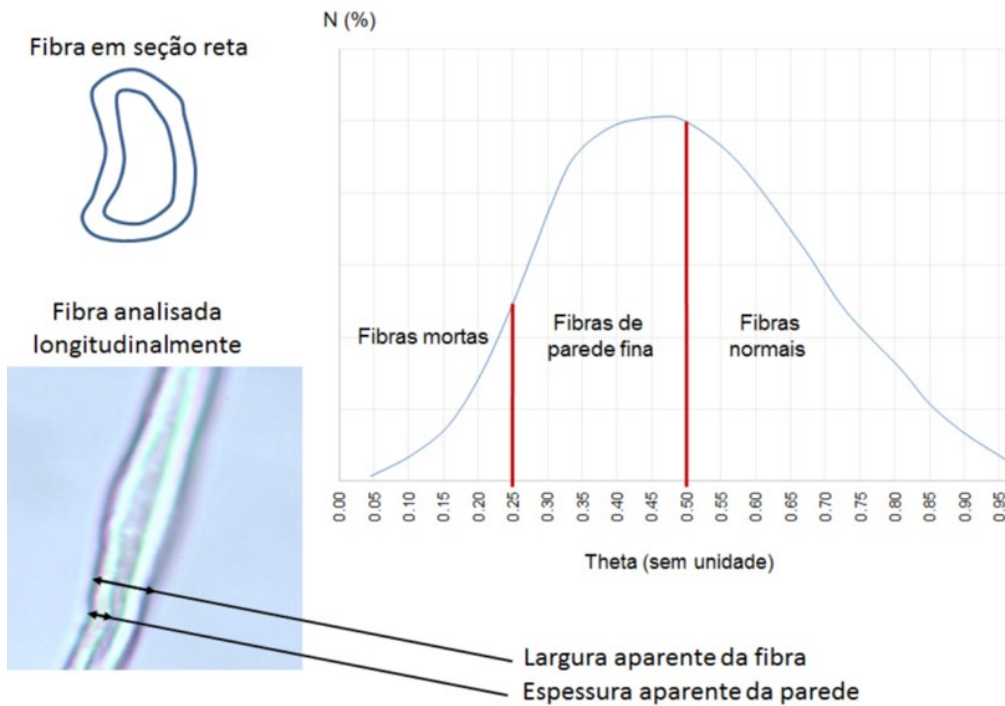


Figura 27. Histograma típico de valores de Theta, para uma amostra de pelo menos duzentas fibras em cortes de fibras em seção reta (ou estimado por aproximação em fibras analisadas longitudinalmente) e interpretações: Theta inferior a 0,25, fibras consideradas como mortas; acima de 0,5, fibras consideradas normais; e entre estes dois limiares, considera-se que as fibras possuem parede de pouco espessura. (Fonte: Lord & Heap, 1988)

dos de referência global para medição desse parâmetro, tampouco material de referência aceito no plano internacional para fazer a calibragem e a verificação dos instrumentos de medição.

- A origem das fibras curtas pode ser varietal, ligada às condições de produção e maturação das fibras dentro dos capulhos, ou às condições de beneficiamento ou sua(s) interação(ões). Assim, até mesmo em um processo de beneficiamento bem regulado há o risco de quebra e aumentar a taxa de fibras curtas em fibras obtidas em condições de cultura que não sejam ideais (variedades inadaptadas, chuva excessiva ou seca nas datas inesperadas, insetos ou enfermidades, fertilização inadequada). No caso de condições ruins de beneficiamento (secagem inadequada do algodão em caroço, umedecimento insuficiente do algodão em caroço no descaroçamento, velocidade de descaroçamento rápida demais etc.), as rupturas da fibra aumentam durante o beneficiamento e, conseqüentemente, as taxas de fibras curtas aumentam.

- Quando a taxa de fibras curtas aumenta, a probabilidade de que os fios constituídos por essas fibras apresentem mais pilosidade também aumenta, o que ocasiona rupturas de fios na tecelagem plana ou malharia.

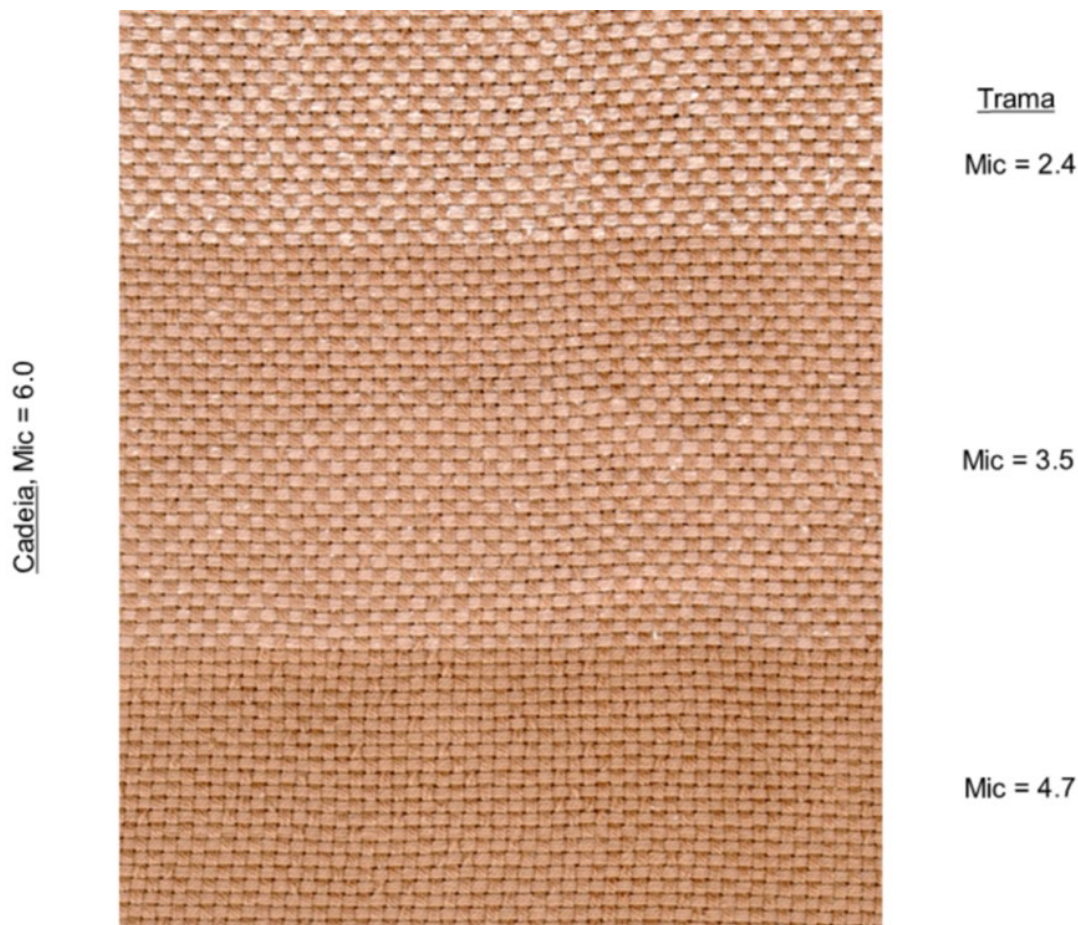
4.2. Finura e maturidade

A finura da fibra pode ser representada por seu perímetro, diâmetro ou massa linear, expressa em millitex (mg/1.000 m), que selecionamos neste trabalho. A maturidade das fibras em uma amostra de algodão caracteriza-se pelo grau de espessamento da parede destas fibras (Theta); é a relação da área em corte da parede de uma fibra sobre a área de um círculo de mesmo perímetro (valores compreendidos entre 0 e 1); no aparelho de medição esse valor é estimado em amostras de milhares de fibras por um sensor óptico (Figura 27).

Por que medir a finura e a maturidade

- Para prever a quantidade média de fibras na se-

Figura 28. Tecido elaborado a partir de fios de trama constituídos por fibras de *micronaires* diferentes (2,4; 3,5 e 4,7) e de um fio de cadeia constituído por fibras de *micronaire* 6. O tecido foi tingido de marrom em um único e mesmo banho. Observa-se que as fibras que possuem *micronaire* elevado fixam mais o tingimento que aquelas que possuem *micronaire* baixo (Fonte: © Cirad)



ção do fio, fator que afeta a resistência do fio e a regularidade da seção e, logo, seu comportamento nas etapas de transformação posteriores.

- Para decidir quais tratamentos químicos serão aplicados e as quantidades de corantes necessárias.
- Para prever a fixação do tingimento (*Figura 28*).

Como medir a finura e a maturidade

- Com métodos diretos:
 - Observações microscópicas das fibras longitudinalmente, sob iluminação intensa (para ver as paredes internas das fibras, na parte inferior esquerda da *Figura 27*).
 - Observações microscópicas de cortes em seções retas de fibra (*Figura 29*) para avaliar Theta, o grau de maturidade das fibras (*Figura 27*). Em função da maturidade das fibras, além das condições de maturação dentro das cápsulas, a curva “tende” para a direita ou para a esquerda, mas em geral abrange todas as classes Theta entre 0,2 e 1,0, em diversas proporções (*Figura 30*).
- Com métodos indiretos:
 - Aparelhos clássicos ou SITC: índice *micronaire* (*Micronaire* ou Mic, sem unidade), que corresponde ao complexo maturidade-finura medido



Figura 29.
Corte de fibras de algodão em seção reta observado no microscópio óptico

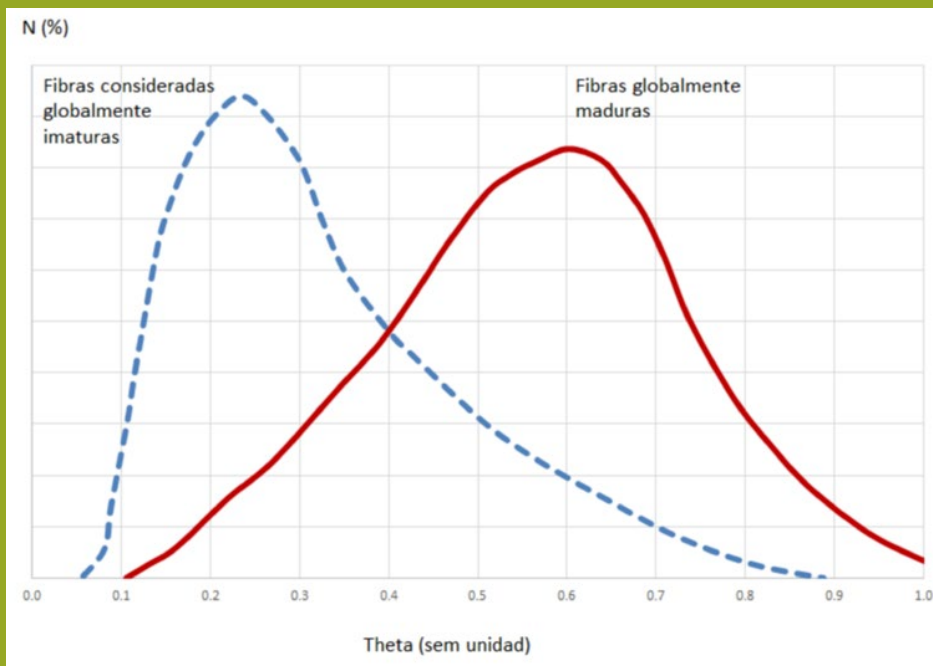


Figura 30.
Distribuição de valores de Theta para dois algodões. Em um, as fibras são consideradas globalmente imaturas; no outro, globalmente maduras. (Fonte: Lord & Heap, 1988)

pela porosidade ao ar de uma massa de fibras.

- FMT (Fineness & Maturity Tester), Cottonscope®, ou Arealometer:
 - Índice *micronaire*
 - Maturity Ratio (MR, sem unidade): baseia-se em uma categorização da maturidade das fibras, tais como foi representada por Theta nas três classes da *Figura 27*, que podem ser medidas em corte sobre fibras em seção reta ou estimada por aproximação em uma fibra analisada longitudinalmente.

- Taxa de fibras maduras (PM, em %): é um método norte-americano de medida da maturidade das fibras.
- Finura linear (H, em millitex ou mtex, ou seja, em mg/1.000 metros de fibras);
- Finura standard (Hs, em mtex): $H_s = H/MR$.
- AFIS®: distribuições de maturidade e finura das fibras.
- Esses parâmetros, especialmente a maturidade das fibras, podem também ser avaliados por meio da realização de ensaios de tingimento diferencial.

Notas de leitura

- Há material de referência em âmbito mundial para calibragem dos aparelhos de medição do *micronaire*, mas ainda não há para as demais características associadas.
- Em geral, as fibras maduras (Theta médio alto) são mais resistentes que as que apresentam um valor médio inferior de Theta. Assim, as fibras maduras resistem melhor aos esforços que lhes são impostos durante sua transformação, do descaçoamento ao uso final. Por outro lado, essas fibras maduras fixarão e conservarão melhor os corantes que aquelas que estiverem menos maduras.
- As fibras que apresentam um valor de finura elevado (em mtex) são mais grossas e não podem ser empregadas facilmente para fabricar fios finos, pois é preciso contar, no mínimo, cerca de cem fibras por seção de fio.
- Evidentemente, as informações sobre finura e maturidade podem explicar as predisposições para o tingimento de tecidos ou problemas eventuais enfrentados.

4.3. Resistência e alongamento à ruptura

Por que medir a resistência e o alongamento

- Para definir qual tipo de produto acabado será realizado a partir das fibras
- Para definir um preço comercial das fibras
- Para prever a resistência do fio produzido

Como medir a resistência e o alongamento

- O princípio consiste em realizar um teste de tração em um espécime

representativo da amostra testada e correlacionar a força necessária para rompê-lo com a área, em seção reta, das fibras rompidas, para obter informação sobre a tenacidade das fibras; os resultados de testes expressos em cN/tex (ou g/tex) no setor têxtil são comparáveis ao N/cm² utilizados nos ensaios de dinamometria com todos os materiais. O valor do alongamento é aquele registrado no momento da ruptura (*Figura 31*).

- Por meio de aparelho de testagem de fibras individuais: medição da dinamometria realizado fibra por fibra, como o Favimat.
- Por meio de aparelhos que usam feixes achatados de fibras paralelas (*Figura 32*), como o Stelometro. Um feixe achatado contém fibras preparadas de forma a medirem, todas, no mínimo, a largura das molas dentro das quais serão submetidas ao teste de dinamometria; assim, é fácil estimar, por pesagem, a massa de fibras rompidas e o cálculo da tenacidade. Com essa técnica, que só é utilizada em pesquisa, é possível medir a resistência à ruptura, ou Strength T1 (em cN/tex), e o alongamento à ruptura, Elongation E1 (em %).
- Por meio de aparelhos de feixe "tapered" (*Figura 32*), como os SITCs ou o Fibrotest. Um feixe "tapered" contém fibras preparadas por um amostrador de fibras (que pode ser um pente), com o qual é possível medir o comprimento pelo método do fibrograma. As fibras não ocupam toda a largura das molas dentro das quais serão submetidas ao teste de dinamometria, e somente aquelas mantidas pelas duas molas participam do teste. Logo, os aparelhos adequados estimam a massa das fibras rompidas para calcular a tenacidade a partir de outras informações (quantidade de fibras rom-

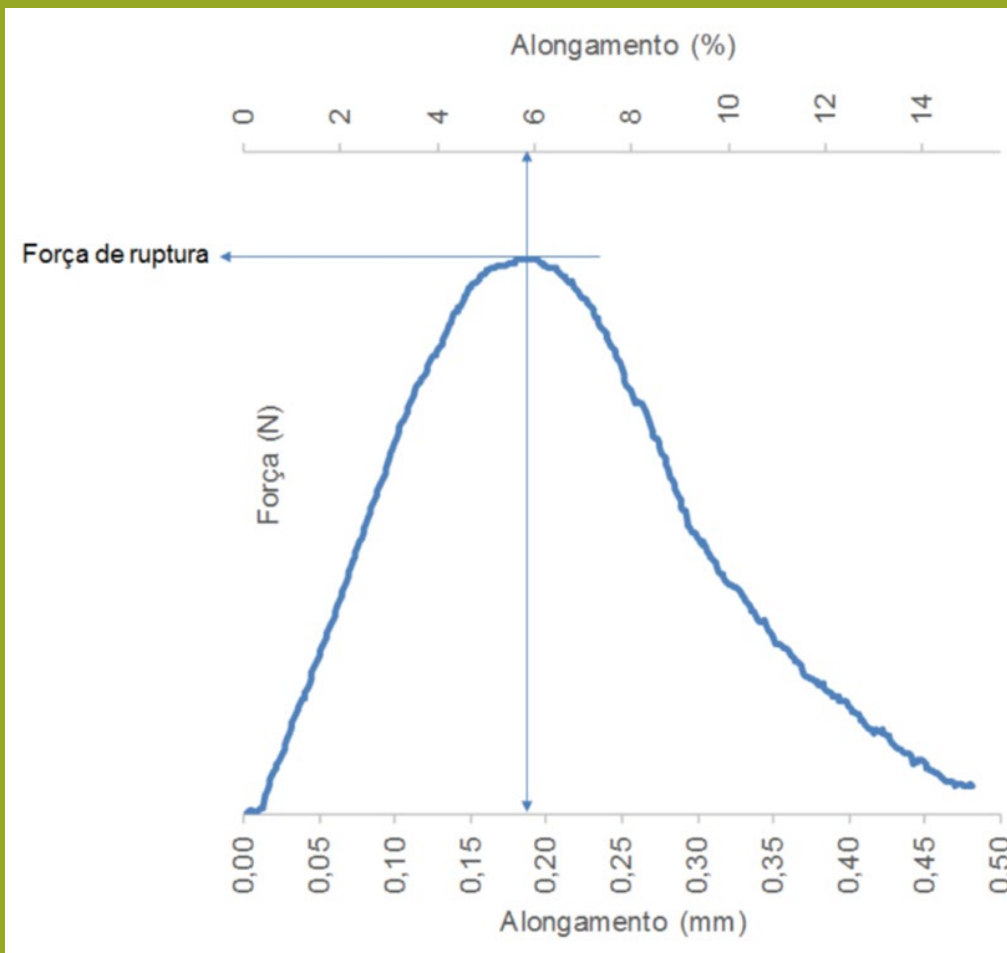


Figura 31. Relação força x alongamento típico para um teste de feixe de fibra e interpretação; a força de ruptura é a força máxima atingida. O alongamento (mm) é obtido a partir do mesmo ponto da curva e depende da abertura inicial das molas de tração (aqui 3,175 mm = 1/8 de polegada, como nos SITCs)

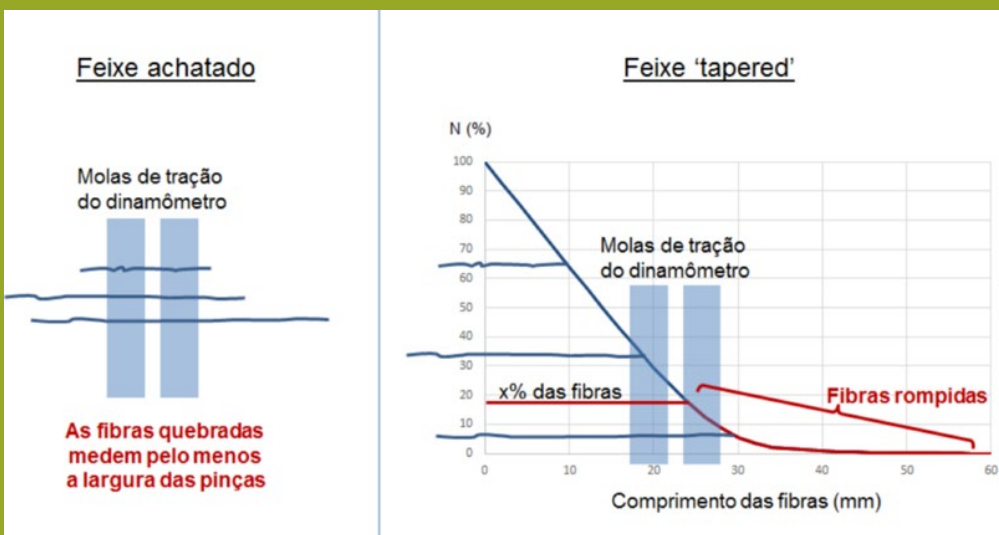


Figura 32. Representação do tipo de fibras rompidas nas molas de tração do dinamômetro em função do feixe testado, com o feixe achatado, à esquerda, e o feixe "tapered", à direita

pidas estimada por meio de sensor óptico de medida do fibrograma e massa linear das fibras avaliada pelo *micronaire*). Com essa técnica, é possível medir a resistência à ruptura, ou *Strength T1*, (em cN/tex) e o alongamento à ruptura, *Elongation E1* (em %).

Notas de leitura

- Há material de referência no âmbito mundial para calibragem dos aparelhos de medição da tenacidade das fibras por SITC, mas não existe nenhum para o alongamento.

Quadro 3. Alguns exemplos de contaminantes das fibras, conforme sua origem, tipo e causa

Origem e tipo		Causa				
		Natural			Humana	
		Vegetal	Animal	Mineral	Manutenção	Mecânica
Origem exógena (não provenientes do algodoeiro)	Fibras, fios e tecidos				<ul style="list-style-type: none"> Sintéticas (filme plástico, filamento,...) Vegetais (algodão, juta, sisal,...) 	
	Matérias orgânicas	<ul style="list-style-type: none"> Folhas (<i>leaf</i>) Plantas daninhas (<i>grasses</i>) Cascas (<i>bark</i>) Grãos 	<ul style="list-style-type: none"> Melatos (açúcares entomológicos) Fungos (fumagina) Plumas 		<ul style="list-style-type: none"> papel, couro 	
	Matérias não orgânicas			<ul style="list-style-type: none"> Areia, poeira Terra 	<ul style="list-style-type: none"> Areia, poeira Terra Cascalho Ferrugem Metal, arame Marcação colorida Asfalto 	<ul style="list-style-type: none"> Gordura Óleo Borracha
Origem endógena (provenientes do algodoeiro)	Impurezas	<ul style="list-style-type: none"> Folhas Cascas Caules Brácteas 				<ul style="list-style-type: none"> Folha Cascas Caules Brácteas
	Caroços	<ul style="list-style-type: none"> Inteiros Quebrados Abortados (motes) Fragmentos de cascas 			<ul style="list-style-type: none"> Quebrados 	<ul style="list-style-type: none"> Inteiros Quebrados Fragmentos de cascas
	Açúcares	<ul style="list-style-type: none"> Fisiológicos 				

- Um valor elevado de tenacidade garante boa produtividade em uma fição bem regulada, pois a taxa de quebra de fios será baixa na fabricação.
- Porém, é preciso tomar cuidado para que o alongamento à ruptura das fibras não seja baixo demais; um valor mais alto indica que as fibras possuem uma capacidade maior de aguentar grandes acelerações que lhe sejam impostas durante as etapas de beneficiamento, sem quebra.
- De forma geral, uma fibra considerada globalmente madura terá um valor de tenacidade mais alto, em uma dada variedade.
- Cuidado: quando as fibras são con-

sideradas globalmente imaturas, o resultado de medição e sua tenacidade são globalmente superavaliados pelos SITCs, em função de um viés de estimativa da massa de fibras rompidas durante o teste dinamométrico.

4.4. Cor das fibras

Por que medir os parâmetros de cor

- Para identificar fardos homogêneos e agrupá-los em lotes.
- Para evitar as variações de cor nos lotes de bobinas de fio e, conseqüentemente, nos tecidos crus e tingidos, organizando o abasteci-

mento de fardos de algodão às fiações em função dos resultados de caracterização.

Como medir os parâmetros de cor

- Por meio de uma avaliação visual, por comparação em relação a material de referência (os *grade standards*), avaliar o *grade* de cor das amostras; esse método vem sendo, cada vez mais, substituído pelo método do colorímetro (cf. abaixo).
- Por meio de colorímetro (que pode ser integrado nos SITCs): é o método aceito atualmente na comercialização do algodão. Os resultados são obtidos para uma dada área da amostra e correspondem, assim, a um valor médio de todas as “cores” observadas.
 - Reflectância (Rd, em %): mede a quantidade de luz refletida pela amostra de fibras submetida ao ensaio em comparação à luz emitida pelo iluminante. De forma geral, maior o brilho do algodão, maior o valor de Rd.
 - Grau de amarelo (+b, sem unidade): expressa a frequência da luz restituída pela amostra submetida ao ensaio, em grau de amarelo. O colorímetro encarregado de analisar as fibras de algodão é, na verdade, truncado pelas outras dimensões que permitiriam a identificação de todas as cores do espectro visível (o colorímetro genérico mede conforme a referência L, a, b; o colorímetro de algodão mede apenas L, +b). O valor ideal de grau de amarelo +b de algodões mais brancos é por volta de 9,5 (com um Rd de 80%).
- Por meio de análise de imagem: os resultados de cor, tais como descritos acima, são obtidos a partir de uma imagem; logo, correspondem a dados calculados a partir de dados unitários obtidos em cada pixel da imagem.

Notas de leitura

- Existem jogos de placas (tiles) que abrangem a gama de cores presentes no algodão, com as quais é possível calibrar ou verificar a regulação dos colorímetros. Em determinadas áreas de produção e para comercializar os algodões lá produzidos, existem também algodões de

referência de cor para verificar as gamas de medição;

- Em geral, as fiações misturam fibras de várias origens a partir das primeiras etapas de transformação, e o abastecimento costuma levar em conta esses pré-requisitos. Conforme indicado acima (cf. § 3.3), é provável que haja uma diferença entre as cores de diferentes origens de algodão (em função da origem, das taxas de ceras ou de outros motivos), ainda que a fiação exija que as misturas de materiais sucessivos sejam o mais homogêneo possível, desde o curto ao longo prazo (vários meses);
- Assim, a arte do *assemblage* reside em levar em conta a variabilidade existente de material que entra nas misturas para atingir a necessária estabilidade de características médias das misturas de fibras criadas. Além da cor das fibras, é preciso levar em conta muitas outras características de fibras (comprimento, maturidade, tenacidade etc.) na composição das misturas.

4.5. Contaminantes das fibras de algodão

Um fardo de algodão contém, além de fibras, diversos tipos de contaminantes; entre eles, alguns contribuem para a carga. Sua origem pode ser exógena ou endógena ao algodão e podem ter origem uma causa natural ou humana (*Quadro 3*). Apenas uma parte desses contaminantes está caracterizada no âmbito da comercialização dos fardos de fibras.

4.5.1 Material estranho

Por que medir os conteúdos em matérias estranhas

- Para identificar fardos homogêneos e agrupá-los em lotes;
- Para fixar o preço de troca das fibras, levando em conta a quantidade de resíduos;
- Para limitar as perdas durante as etapas de beneficiamento.

Como medir os parâmetros de taxa de resíduos

- Por meio de comparação visual com material de referência da taxa de carga;
- Por meio de análise de imagem, tais como nos

- SITCs que utilizam trashmeters;
- Por meio de ensaios de limpeza mecânica e pesagem diferencial dos elementos separados com os aparelhos minicarda, Shirley, Rotoring, MDTA, Contest ou Fibermap.

Notas de leitura

- Em geral, os tipos de resíduos presentes nas fibras dependem das condições de colheita e do modo de cultivo do algodoeiro. Logo, não existe material de referência universal para calibrar os aparelhos de medição; há, porém, um dispositivo para calibrar o trashmeter dos aparelhos SITC: trata-se de um tile de cerâmica que representa pontos escuros de tamanho reduzido para simular diversos resíduos e que possui valores de referência. Em determinadas áreas de produção, é também possível encontrar material de referência aprovado para caracterizar e comercializar a produção na referida área.
- Sempre que se trata de contabilizar eventos (quantidade de resíduos, neps, pontos pegajosos, áreas acumuladas de objetos múltiplos etc.), os resultados dessas medições tornam-se muito variáveis e acabam correspondendo a leis estatísticas diferentes da lei Normal; falaremos então de leis estatísticas de grande dispersão. Nessas condições, comparar esses resultados entre aparelhos ou entre métodos de caracterização torna-se muito complexo, pois os intervalos de confiança das medições são muito amplos. Assim, apesar do intervalo de confiança tolerado ser de 5% no caso de medições de características contínuas (comprimento, tenacidade, *micro-naire*, grau de amarelo etc.) conforme a Distribuição Normal, o das contabilizações atinge amplamente 25% do valor médio, de acordo

com a Distribuição de Poisson, que rege as contabilizações perfeitamente realizadas (algo difícil de alcançar).

- Os intervalos de confiança da contabilização de determinadas grandezas são ainda mais amplos quando se trata de contabilizações de agregados, como no caso de pontos pegajosos em fardos de algodão (os pontos pegajosos agrupam-se em locais específicos do fardo, estando ausentes de outros).

4.5.2 Pegajosidade

A pegajosidade manifesta-se, em geral, na fição, durante as etapas de beneficiamento das fibras de algodão, com fibras que ficam presas aos componentes mecânicos (cilindros, rolos, correias etc.) que as transportam. Assim, a pegajosidade provoca, no mínimo, irregularidades na massa dos produtos beneficiados, o que resulta em perda de qualidade, podendo chegar a perdas críticas de produção. Nos casos de pegajosidade intensa, o material pegajoso não pode ser beneficiado desde as primeiras etapas da transformação. A origem do material pegajoso mais problemático é a entomológica, sendo principalmente estudada aqui. Existem algumas soluções paliativas como, por exemplo, reduzir o teor de água das fibras e/ou criar uma mistura de fibras contaminadas com fibras não pegajosas em variadas proporções, até limitar os problemas de pegajosidade.

Por que medir a pegajosidade das fibras

- Para identificar fardos contaminados e isolá-los como lotes 'pegajosos' que deverão ser beneficiados de forma específica e controlada;
- Para evitar as reduções de produtividade (ligadas ao enrolamento ou

à sujeira dos componentes de máquinas atingidas pela pegajosidade) e de qualidade (ligadas à criação de irregularidades de massa, pelo menos) gerados na fiação e etapas posteriores.

Como medir a pegajosidade

- A minicarda é o método de referência para o International Textile Manufacturers' Federation - International Committee on Cotton Testing Methods (ITMF-ICCTM). A avaliação da pegajosidade de uma amostra é feita a partir da importância das perturbações ocasionadas pela pegajosidade sobre o funcionamento da minicarda. Várias escalas de avaliação podem existir (0 a 3, ou 0 a 7);
- Os métodos químicos de caracterização dos açúcares simples (glicose, frutose) não são capazes de produzir resultados que permitam prever os problemas que ocorrerão na indús-

tria, já que os açúcares envolvidos no fenômeno de pegajosidade (melezitose, trealose) não são detectados por esses métodos;

- Os métodos químicos complexos (de tipo HPLC) permitem caracterizar e quantificar todos os açúcares de forma precisa, apesar da rapidez não ser compatível com os ritmos industriais. Porém, a composição em açúcares segundo as porcentagens quantificadas por HPLC não explica sempre os comportamentos pegajosos das fibras correspondentes, já que os melatos de insetos são constituídos de outros compostos que podem desdobrar/multiplicar os fenômenos de pegajosidade;
- Os métodos termomecânicos, como os implementados pelo Sticky Cotton Thermode-tector (SCT), método recomendado pelo ITMF-ICCTM, ou como o High Speed Stickiness Detector (H2SD) e os aparelhos Contest e Fibermap, permitem evidenciar e quantificar

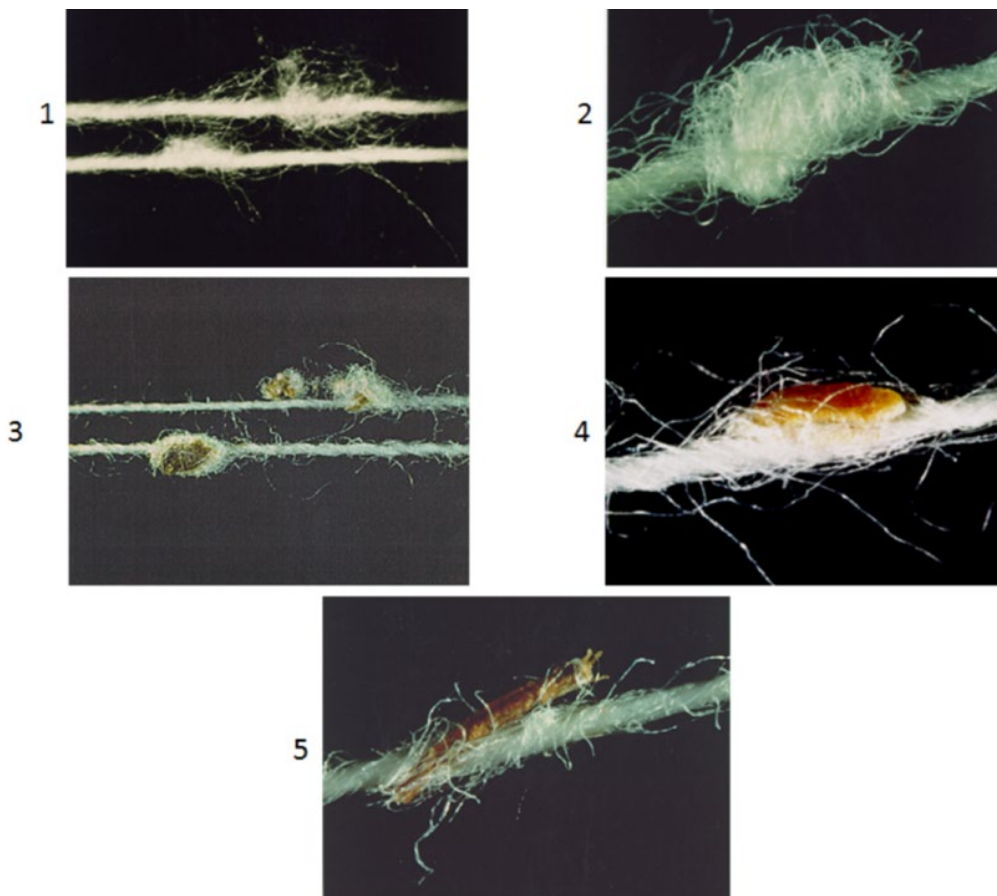


Figura 33. Os diversos tipos de neps. 1) neps na fibra; 2) neps process; 3) resíduos de casca de caroço; 4) neps pegajosos e 5) resíduo vegetal (Fonte: R. Frydrych © Cirad)

ocorrências pegajosas no material submetido aos ensaios.

Notas de leitura

- Não há material algum de referência para calibrar os aparelhos de detecção da pegajosidade. Consequentemente, é possível que o instrumento de cada método produza resultados diferentes dos resultados dos outros.
- Desde 2017, no entanto, um teste internacional e interlaboratorial vem sendo organizado pelo ITMF-ICCTM para tentar compreender as relações intermétodos e interlaboratoriais dos resultados de pegajosidade; pode-se considerar que se trata da primeira etapa de harmonização internacional das medições de pegajosidade.

4.5.3 Neps

O termo nep abrange vários tipos de defeitos que podem ser encontrados nas amostras de fibra, bem como nos fios, como apresentado na *Figura 33*. De fato, os neps são difíceis de eliminar ou remover das matérias-primas. Pode-se distinguir:

- Os neps de fibras imaturas (ou seja, ligados à imaturidade das fibras, estudada acima).
- O neps process, produzidos pelos componentes das máquinas de beneficiamento.
- Os resíduos de casca de caroço de algodão, ou seed-coat fragments (SCF), arrancados na hora do descaroçamento (cf. § 2).
- Os neps que contêm melatos de insetos (ou seja, ligados à pegajosidade entomológica apresentada acima).
- Os pequenos resíduos diversos, que podem ou não ser removidos

pelas máquinas de produção.

Por que medir os neps

- Todos os neps ocasionam reduções de qualidade do fio e, não raro, diminuição na produtividade das máquinas de beneficiamento.
- A lógica é: um defeito = uma fragilidade = ruptura potencial do fluxo de matéria = perda de produção = intervenção para repor o regime de produção = pelo menos um defeito no ponto de emenda das duas extremidades do fluxo de matéria.
- Muitas vezes, uma emenda corresponde à criação de dois defeitos: um ponto fraco antes da junção e um ponto maior na emenda; porém, a importância destes defeitos pode ser inferior à do defeito original, fazendo com que sejam mais aceitáveis.
- Muitas vezes, os neps geram defeitos de fixação do tingimento de tecidos (shiny neps, entre outros).

Como medir os neps

- Avaliação visual da quantidade de neps de diversas naturezas em mantos de fibras ou plaquetas retangulares ou trapezoidais nas quais um fio é enrolado.
- CATI, uma ferramenta criada pelo Cirad que serve para quantificar os resíduos de casca nos mantos ou plaquetas de fio analisados.
- Contabilização da quantidade de neps (principalmente neps na fibra e resíduos de casca com aparelhos optoeletrônicos em fita de fibra ou por meio de análise de imagens (AFIS®, Contest, Fibermap).

Notas de leitura

- Não há material de referência inter-

nacional para calibrar os aparelhos de detecção dos neps. Conseqüentemente, é possível que o instrumento de cada método produza resultados diferentes dos resultados dos outros.

- No entanto, alguns construtores de materiais estão desenvolvendo normas 'internas' para a calibragem inicial (e eventualmente periódica) de seus aparelhos.
- Em função do nep considerado, existe uma parte genética em seu surgimento (caso, em certa medida, dos neps em fibras imaturas e resíduos de casca).
- Os regularímetros contabilizam os neps em fição; aí, esses neps são majoritariamente neps de fibras e resíduos de casca. Dispositivos específicos, chamados de imperfection stop, permitem interromper a fição do fio a cada imperfeição detectada, para que seja feita uma observação visual mais detalhada — ferramenta útil, principalmente em pesquisa ou em fase de diagnóstico de um problema.

5. Conclusão

A estrutura e composição específicas da fibra de algodão exercem um papel importante em seu comportamento e suas propriedades. Esse conhecimento permite compreender as medidas necessárias para preservar e caracterizar propriedades tecnológicas da fibra natural ao longo da cadeia de produção e beneficiamento. Assim, o conjunto de informações apresentadas neste capítulo está ligado às diversas temáticas abordadas neste trabalho:

- A produção:
 - Criar e melhorar as variedades.
 - Implantar e adaptar roteiros técnicos de produção de algodão adaptados às condições de produção e ao mercado-alvo.
 - Mapear os resultados de caracterização obtidos, de forma a promover a melhoria das condições de produção.
- O descaroçamento:
 - Gerenciar o abastecimento, adaptar e diagnosticar as diversas etapas de uni-

dades de descaroçamento, visando preservar as características das fibras, valorizando-as tanto quanto possível.

- Agrupar os fardos em lotes e gerenciá-los de forma a satisfazer a demanda.
- Avaliar o valor econômico dos lotes de fardos em função da qualidade entregue.
- Prospectar os mercados a partir de uma determinada qualidade ou a partir de uma qualidade considerada que tenha, por fim, sido usada como meta a alcançar.
- A fição e o setor têxtil:
 - Gerenciar o abastecimento em lotes de fardo.
- Gerenciar a sequência de misturas orquestradas na produção, para controlar o valor médio das características das misturas e sua variabilidade em prazos diversos (curto, médio e longo); isso se dá a partir da meta a alcançar em termos de produto, qualidade e produtividade, e das competências e materiais disponíveis.
- Controlar, verificar e regular as diversas máquinas utilizadas no fiandeiro e prever o comportamento das matérias da fição ao produto acabado.
- Diagnosticar os métodos de beneficiamento e os possíveis problemas de produtividade e qualidade.
- Os processos de qualidade ou certificação:
 - Servir de indicadores de metas para melhorar, de forma contínua, os sistemas de produção e beneficiamento.
 - Servir de informações a difundir, para promover os produtos e responder às possíveis queixas dos clientes.

Todos os elementos citados são interdependentes: estrutura, composição e resultado de caracterização proporcionam os conhecimentos necessários para a rastreabilidade das matérias e para a evolução nos esquemas de produção. Por exemplo, o surgimento de uma nova técnica de beneficiamento intermediário pode fazer com que seja necessário produzir diferentes fibras de qualidade que, por sua vez, podem requerer mudanças nas unidades de produção ou de beneficiamento, em etapas

iniciais ou posteriores, podendo até levar à necessidade de evoluções varietais. Tais mudanças, simultâneas ou não, costumam impor evoluções na valorização econômica dos produtos em cada etapa que, por sua vez, propiciam determinadas práticas de produção, em detrimento de outras.

Todos os atores da cadeia produtiva de algodão estão envolvidos: pesquisadores, geneticistas, agrônomos, entomologistas, desenvolvedores, produtores de algodão, descascadores, laboratórios de caracterização, negociantes, fiandeiros, beneficiadores da cadeia produtiva têxtil, certificadores, promovedores e, por derivação, todos os usuários de produtos têxteis. ●

LITERATURA CONSULTADA

ANTHONY, W. S., et al. **Cotton fibers. Developmental biology, quality improvement, and textile processing.** BASRA Ed. Food Products Press. 1999. 387 p.

ASTM International (American Society for Testing and Materials): www.astm.org

BACHELIER, B. Contribution à l'étude de la variabilité et du déterminisme génétique de la teneur en fragments de coque de la fibre de coton. Premières applications pratiques en sélection chez *Gossypium hirsutum* L. **Thèse Doctorat** en Biologie et Agronomie 98-32-C-50. Rennes (FR), École Nationale Supérieure Agronomique de Rennes (ENSAR): 271 p. 1998. ISBN: 1-56022-898-9

BASRA, A.; MALIK, C.P. Development of the cotton fiber. **Int. Rev. Cytol.** 89, 65–113, 1984.

CSITC (Commercial Standardized Instruments For Testing Cotton): http://csitc.org/index.php?lien1=/instrument_testing/public_documents_it e www.csitc.org

DELHOM, C.; RODGERS, J. Cotton moisture – Its importance, measurements and impacts. 33rd International Cotton Conference. **Abstracts**; Bremen (GER): 7 p. 2016.

FRYDRYCH, R. (2002). Les polluants du coton : cas du collage et des débris de coque. Université de Haute Alsace, Laboratoire de Physique et de Mécanique Textile. Mulhouse (France). **Habilitation à Diriger des Recherches**: 201p. 2002.

GOURLOT, J.-P. Fibres de coton : Caractérisations, harmonisation des caractérisations, et transformation. Université de Haute Alsace, Laboratoire de Physique et de Mécanique Textile. Mulhouse (France). **Habilitation à Diriger des Recherches**: 223p. 2013.

HAIGLER, C. H., BETANCUR, L., STIFF, M. R. ; TUTTLE, J. R. Cotton fiber: a powerful single-cell model for cell wall and cellulose. **Frontiers in Plant Science**, 3:104-110. DOI: 10.3389/fpls. 2012.00104, ISSN: 1664-462X, 2012.

HUA, S., et al. Characterization of pigmentation and cellulose synthesis in colored cotton fibers. **Crop Science**, 47(4): 1540-1546. 2007.

ICAC (International Cotton Advisory Committee): www.icac.org

ISO (International Standard Organisation): <http://www.iso.org>

ITMF (International Textile Manufacturers' Federation): www.itmf.org

MORTON, W. E.; HEARLE, J. W. S. **Physical properties of textile fibers**. London, The Textile Institute and Heinemann. 1975. 660 p.

PARRY, G. **Le cotonnier et ses produits**. R. COSTE (Ed), Techniques Agricoles et Productions Tropicales. G.-P. Maisonneuve et Larose Paris. 1981. 502 p.

RUAN, Y.L., LLEWELLYN, D.J. ; FURBANK, R.T. Suppression of Sucrose Synthase Gene Expression Represents Cotton Fiber Cell Initiation, Elongation, and Seed Development. **The Plant Cell**, 15(4): 952-964. DOI: 10.1105/tpc.010108. 2003.

USDA-AMS (United States Department of Agriculture – Agricultural Marketing Service) para encomendar material de referência: <http://www.ams.usda.gov>

WENDEL, J. F.; CRONN, R. C. Polyploidy and the evolutionary history of cotton. **Advances in Agronomy**, 78: 139-186, 2003.

ZHAO, X. Q.; WANG, X. D. Composition analysis of pigment in colored cotton fiber. **Acta Agronomica Sinica**, 31(4): 456-462, 2005.



Jorge José DE LIMA
J.G. Cursos de Classificação de Algodão em Pluma e Têxtil LTDA ME

Classificação do algodão em pluma

1. Padronização e classificação do algodão em pluma

Após o processo de beneficiamento do algodão em caroço, obtêm-se fardos de algodão em pluma de aproximadamente 200 kg (*Figura 1*). O algodão é um produto vegetal, logo, multiforme; por isso, é necessário padronizá-lo e classificá-lo, o que norteia sua qualificação, valorização e comercialização mais justa. Sendo assim, a padronização e a classificação seguem a legislação dos produtos vegetais do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). Após a classificação, os fardos de algodão em pluma estão aptos para o processo de comercialização.

Importância da padronização e da classificação do algodão

A fibra de algodão é um produto multiforme, ou seja, possui várias formas; tais variações ocorrem nos processos de plantio, colheita e beneficiamento. Quando se tem o fardo de algodão em pluma pronto fisicamente, ele possui trilhões de fibras, que são diferentes umas das

outras. Portanto, para minimizar as variações das diversas propriedades físicas das fibras e obter grandes lotes de fardos com dispersões aceitáveis, ou seja, tendo como referência a curva de distribuição normal, faz-se necessário o estudo e a pesquisa agrônômica para o cultivo do algodão e processos menos agressivos na colheita e no beneficiamento.

Na indústria têxtil, o processo de preparação à fiação deve ser monitorado e controlado para não danificar e quebrar as fibras em excesso, gerando, conseqüentemente, menos variações nas diversas propriedades físicas das fibras, principalmente nas propriedades do comprimento (comprimento médio, uniformidade do comprimento e conteúdo de fibras curtas) e menor formação de neps na população de fibras em processo. Se as variações das propriedades físicas das fibras não forem adequadas, a produção e a qualidade almejada pela indústria têxtil e seus clientes não serão atingidas. Enfim, as variações das propriedades físicas das fibras estão em função de fatores naturais, mecânicos e humanos. Dessa forma, a padronização



Figura 1. Fardo de algodão e amostras dos fardos para classificação
(Foto: Jean Belot)

e classificação do algodão, tanto para o produtor como para o consumidor, são fundamentais.

É importante ressaltar que na busca da extração das impurezas no algodão, podem intensificar-se as ações mecânicas dos diversos órgãos de limpeza, o que causará danos mais acentuados às fibras (quebra e formação de neps), que impactam negativamente na comercialização dos fardos, na produção, na qualidade e nos custos do processo da cadeia da produção de algodão e têxtil. As ações mecânicas provocam também o aumento dos índices de rotura, aumento da quantidade de desperdícios, gerando produtos intermediários e finais (mantas, fitas, pavios, fios, linhas, tecidos e confeccionados) de qualidade inferior. Por isso, faz-se necessária a busca de ajustes dos órgãos das máquinas para que agridam menos as fibras, com intuito de atingir níveis de produção, qualidade e custo melhores.

Com base no que foi mencionado, os construtores dos maquinários do processo de fição estão desenvolvendo máquinas com objetivo de aprimorar o alto poder de limpeza, baixar o consumo de energia elétrica e de ar comprimido, reduzir espaço físico, sistemas de controles na linha de processo para redução do tempo de reposta com tomadas de ações mais dinâmicas e eficazes, ou seja, obter máquinas que eliminem os materiais não fibrosos aderidos ao algodão em um espaço de tempo menor, com custos menores, sem, contudo, agredirem e danificarem as fibras. O raciocínio descrito cabe aos construtores de máquinas colheitadeiras, máquinas de beneficiamento de algodão em caroço, máquinas que compõem principalmente a preparação à fição e o processo de fição, visto que as agressões às fibras iniciam-se na colheita.

O produtor está em busca da produção de fibras que satisfaçam às exigências do consumidor, que é a indústria têxtil, operando máquinas com maior poder produtivo a cada dia. Conhecendo as propriedades das fibras, seus valores médios e dispersões, o produtor terá argumentos para valorizar e negociar os lotes de seu produto. Enquanto a indústria têxtil terá suporte para tomar decisões relativas à aprovação ou não da aquisição dos lotes de algodão (matéria-prima) mais adequada ao produto acabado, a sua forma de consumo na misturas dos fardos, às ajustagens das máquinas no processo de fiar e a uma série de outras providências.

Logo fica clara a necessidade fundamental do



Figura 2. Variação natural do comprimento das fibras em uma semente de algodão (Foto: J. J. de Lima)

processo de classificação do algodão em pluma, uma vez que a comercialização do algodão em pluma é feita com base na classificação em função da padronização.

A Figura 2 mostra a variação natural do comprimento das fibras em uma semente de algodão.

Curiosidades

- As propriedades das fibras são o suporte básico para o gerenciamento do processo da cadeia do algodão e têxtil;
- Quanto maior a discrepância dos valores de dispersão intra e entrelotes de matéria-prima (fardos de algodão), maior será o impacto negativo nos níveis de produtividade do processo e pior será a qualidade dos produtos;
- Ao identificar um alto valor de variação de dispersão dentro e entre amostragens, faz-se necessária a rastreabilidade no gerenciamento da matéria-prima e do processo,

pois é nela que são analisadas as propriedades físicas de fibras, fitas, mantas, pavios e fios, além dos índices de produção, qualidade e custo;

- Entre 50% e 70% dos custos de uma fiação estão sobre a matéria-prima (fibras).

2. Legislação da padronização e classificação do algodão em pluma

A Lei Federal nº 9.972, que trata da padronização e da classificação do algodão, determina que, em todo o território nacional, a classificação é obrigatória para os produtos vegetais, seus subprodutos e resíduos de valor econômico:

Legislação fiscal para classificação do algodão em pluma, seus subprodutos e resíduos de valor econômico

Para mais informações, consultar a legislação referente à classificação de produtos vegetais, subprodutos e resíduos de valor econômico:

- Lei Federal nº **9.972**, de 25 de maio de 2000, que institui a classificação de produtos vegetais, subprodutos e resíduos de valor econômico, e dá outras providências.
- Decreto Federal nº **6.268**, de 22 de novembro de 2007, que regulamenta a Lei nº **9.972**.
- Portaria Mapa nº **381**, de 28 de maio de 2009, que estabelece os critérios e os procedimentos técnicos para a elaboração, aplicação, monitoramento e revisão do padrão oficial de classificação de produtos vegetais, seus subprodutos e resíduos de valor econômico, e aprova o modelo de estrutura do regulamento técnico que define o referido padrão.
- Portaria nº **55/90** e Lei Federal nº **6.035**, de 15 de dezembro de 1975, regulamentadas pelo Decreto Federal nº **82.110**, de 14 de agosto de 1978. A portaria foi revogada parcialmente pela Instrução Normativa Mapa nº **63**, de 5 de dezembro de 2002.
- Instrução Normativa Mapa nº **24**, de 14 de julho de 2016, que estabelece o Regulamento Técnico do Algodão em Pluma, que entrou em vigor em 1º de março de 2017 e revogou a Instrução Normativa Mapa nº **63**, que havia entrado em vigor a partir de 5 de janeiro de 2003.
- Instrução Normativa Mapa nº **46**, de 29 de outubro de 2009, que estabelece o Regulamento Técnico dos cursos de capacitação e qualificação de classificadores de produtos de origem vegetal, subprodutos e resíduos de valor econômico.
- Instrução Normativa Mapa nº **54**, de 24 de novembro de 2011, que aprova os requisitos, critérios e prazos para autorizar por meio de credenciamento as pessoas jurídicas de direito público ou privado a prestar ou executar serviços de classificação de produtos vegetais, seus subprodutos e resíduos de valor econômico, com base nos Padrões Oficiais de Classificação.
- Instrução Normativa Mapa nº **8**, de 22 de abril de 2014, que estabelece os requisitos e critérios para a utilização do documento de classificação de produtos vegetais seus subprodutos e resíduos de valor econômico, bem como as informações mínimas obrigatórias que nele devem consultar.
- Instrução Normativa Mapa nº **6**, de 16 de maio de 2001, que dispõe sobre a arbitragem da classificação de produtos vegetais, seus subprodutos e resíduos de valor econômico.

Nota: deve-se ressaltar que os documentos acima mencionados são revisados periodicamente ou quando o Mapa, as Instituições envolvidas ou a sociedade acharem necessário.

I - quando destinados diretamente à alimentação humana

II - nas operações de compra e venda do Poder Público

III - nos portos, aeroportos e postos de fronteiras, quando da importação.

O Mapa, mediante credenciamento, autorizará os Estados e o Distrito Federal, diretamente ou por intermédio de seus órgãos ou empresas especializadas, as cooperativas agrícolas, as empresas ou entidades especializadas na atividade, as bolsas de mercadorias, as universidades e institutos de pesquisa a executarem a classificação de produtos vegetais, seus subprodutos e resíduos de valor econômico, quando destinados diretamente à alimentação humana e nas operações de compra e venda do Poder Público.

Esclarecimentos

Cabe ressaltar que, no caso do algodão, a Lei federal nº 9.972 altera substancialmente os procedimentos previstos na Lei Federal nº 6.305, que vigorava desde 1975, pois desobriga o setor produtor/beneficiador de classificar o produto, a não ser nas operações com o Poder Público. Porém, na comercialização com as indústrias têxteis e outros segmentos, faz-se necessária a classificação (visual/manual e/ou tecnológica ou instrumental), que é a determinação e análise das propriedades físicas das fibras. Sendo que na classificação tecnológica ou instrumental é utilizada os aparelhos do tipo High Volume Instrument (HVI). A classificação dá suporte às indústrias têxteis para selecionar a matéria-prima mais adequada a seu processo e produtos e é base para discussão de preços dessa matéria-prima. Por outro lado, para os produtores/beneficiadores, a classificação facilita sobremaneira a colocação do produto no mercado.

Apesar de a classificação tecnológica ou instrumental ser primordial, a classificação realizada pelo classificador de forma visual/manual continua sendo utilizada, pois ela ainda é fundamental para a análise das contaminações do algodão com materiais estranhos e das condições de embalagem dos fardos, entre outros aspectos. Então, pode-se concluir que a classificação visual/manual e a classificação tecnológica complementam-se.

Vale ressaltar também que é fundamental o processo de selecionar os lotes de fardos de algo-



Figura 3. Processo de take-up realizado por um classificador de algodão em pluma
(Foto: J. J. de Lima)

dão em pluma para a compra; essa seleção deve ser feita em função dos limites das especificações dos níveis de qualidade conforme acordado no contrato de compra e venda. Hoje em dia, a seleção dos lotes de fardos é normalmente realizada por análise dos relatórios da classificação tecnológica (instrumental), que, em geral, são enviados pelos fornecedores (produtores), via corretores, aos compradores (fábricas). E, caso as partes envolvidas na negociação (fornecedor e comprador) acharem necessário, pode-se realizar o denominado *take-up*, que é o processo composto pelas análises dos relatórios da classificação tecnológica e pelas análises das amostras dos fardos que compõem os lotes pela classificação visual/manual, em uma sala de classificação própria para a apresentação dos pacotes (malas) das amostras dos lotes envolvidos na negociação. O *take-up* é realizado por um classificador de algodão em pluma devidamente credenciado pelo Mapa.

No *take-up* e/ou na recepção dos fardos na fábrica, além da avaliação visual da cor através da luz branca (luz do dia), pode-se avaliar pela luz ultravioleta (UV) a variação de cor e presença de colônias de microrganismos, que é causa do efeito cavitoma. Também é possível avaliar o conteúdo de açúcar fisiológico (*honeydew*), que é uma das causas da pegajosidade do algodão, principalmente no processo de fiação. Recomenda-se acordo entre ambas as partes (fornecedor/comprador) e registro no contrato de comercialização das metodologias dos ensaios de avaliação.

A *Figura 3* mostra o processo de *take-up* realizado por um classificador de algodão em pluma.

Figura 4.
Fardos de algodão em pluma devidamente embalados, revestidos e identificados
(Foto: J. J. de Lima)



3. Detalhamento da classificação do algodão em pluma segundo a Instrução Normativa Mapa nº 24, de 14 de julho de 2016

3.1 Modo de apresentação do algodão em pluma

Conforme a legislação, o algodão em pluma deverá ser prensado em forma de fardo. O fardo deverá ser revestido com tecido plano (tela) ou tecido de malha de algodão de primeiro uso, não sendo admitida qualquer mistura de algodão com outras fibras ou outro tipo de embalagem. Todo fardo deverá ser amarrado com arame, fitas de materiais plásticos resistentes ou fitas metálicas de primeiro uso, em condições de resistirem aos choques de manipulação e que garantam a não contaminação do algodão.

A *Figura 4* mostra pilhas de fardos de algodão em pluma em um depósito de matéria-prima de uma fábrica de fiação, sendo os fardos devidamente embalados, revestidos e identificados, conforme as recomendações da Instrução Normativa acima mencionadas.

3.2 Marcação ou rotulagem do fardo de algodão em pluma

Conforme a legislação, a marcação ou rotulagem do algodão em pluma (AP) deverá conter, no mínimo, as seguintes informações:
I - usina e número do fardo

II - nome empresarial ou o registro no Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ) ou no Cadastro de Pessoa Física (CPF) do responsável pelo produto.

A marcação e a identificação de cada fardo são de responsabilidade da usina e deverão ser feitas diretamente no tecido de revestimento, de forma legível e indelével ou por etiqueta com código de barras. Nos casos do uso de embalagens por fora das fitas de amarração, o fardo deverá conter também a identificação por meio de etiquetas. Os fardos refeitos e suas respectivas amostras deverão ser identificados com a expressão “reenfardados”.

Curiosidade

Na busca por espaço no mercado mundial, o algodão brasileiro passou a utilizar, a partir de 2003, os padrões internacionais de classificação por meio

dos padrões físicos universais e dos instrumentos do tipo HVI. Teve início também o processo de implantação do Sistema Abrapa de Identificação (SAI), uma forma de controle e identificação dos fardos, única para todo o Brasil; esse controle permitirá a rastreabilidade que o mercado requer e poderá ajudar em ações específicas. O modelo básico é o mesmo que foi implantado pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), e que hoje é utilizado como padrão internacional.

3.3 Taxa de umidade do algodão em pluma para comercialização

O percentual de umidade para o algodão em pluma tecnicamente recomendável para sua conservação é **de até 8,5%**. O AP que apresentar percentual de umidade superior a 8,5% poderá ser comercializado desde que o índice não comprometa o uso proposto e haja acordo entre as partes interessadas.

A medição e o controle do conteúdo de umidade no algodão iniciam-se a partir do momento da colheita no campo, passando pelo beneficiamento, pela classificação dos fardos de algodão em pluma, do início ao fim dos processos que compõem as cadeias têxtil e de confecção, visto que a umidade impacta diretamente na qualidade, na produção e no custo dos processos acima mencionados. A mensuração da umidade contida na massa de fibras em relação à massa seca ao longo desses processos normalmente é realizada com um aparelho de medição de umidade pelo método indireto, que, em geral, são aparelhos portáteis, como, por exemplo, o medidor de umidade Strandberg Model 200D Probe da Strandberg Sensors and Controls for Process Automation, recomendado pela Comissão Internacional dos Padrões Universais, ou por aparelhos equivalentes.

A *Figura 5* mostra a medição da taxa de umidade na base seca (*regain* comercial) nos fardos de algodão em pluma com medidores de umidade de método indireto.

Já sabemos que tanto o excesso de água nas fibras quanto a falta afetam negativamente os órgãos das máquinas, a realização dos processos e as propriedades físicas das fibras ao longo dos processamentos acima mencionados. Dependendo do conteúdo de umidade no algodão, é possível negociar deságio e até recusar a carga de fardos.

Pode-se definir taxa de *regain* (recuperar ou ganhar) como sendo a quantidade de umidade



Figura 5. Medição da taxa de umidade na base seca nos fardos de algodão em pluma com medidores de umidade de método indireto (Foto: J. J. de Lima)

contida no material têxtil em relação a sua massa seca, expressa em percentual.

Denomina-se *regain* padrão quando o conteúdo de umidade do material têxtil em relação a sua massa seca estiver em equilíbrio com as condições climáticas do ambiente laboratorial em termos de temperatura e umidade relativa do ar, ou seja, o material têxtil não absorve e tampouco cede umidade para o meio ambiente. Os valores comerciais de recuperação da umidade (*regain* comercial) são arbitrários, formalmente adotados

por acordo entre as partes interessadas para as transações comerciais.

A pesagem dos fardos e a mensuração do conteúdo de umidade em relação à massa seca expressa em percentual são realizadas dependendo da forma que foi acordada no contrato de compra e venda da matéria-prima. Caso estejam acordados para serem mensuradas no momento do recebimento dos fardos na fábrica, a pesagem dos

fardos pode ser realizada individualmente, ou seja, fardo a fardo, e/ou pela diferença da pesagem da carreta carregada de fardos e após o descarregamento dos fardos, ou seja, carreta vazia; consecutivamente, a medição do conteúdo de umidade em relação à massa seca com o objetivo de verificar se está correspondente ao valor acordado. A *Figura 6* mostra as formas de pesagem dos fardos de algodão em pluma em uma fábrica de fiação.

Figura 6.
Pesagem fardo a fardo e pesagem por diferença de pesos da carreta carregada de fardos e da carreta vazia
(Foto: J. J. de Lima)



Curiosidades

As estufas com balanças acopladas, que são do método direto, somente podem ser operadas no ambiente dos laboratórios de classificação de algodão e/ou têxtil, Enquanto os aparelhos portáteis, que são do método indireto, podem ser operados em qualquer ambiente. Porém, ambos devem estar calibrados corretamente.

O Regulamento de Negócios de Algodão Registrados na Bolsa de Cereais e Mercadorias de Maringá (BCMM) diz que os contratos de algodão e seus derivados, realizados por intermédio de Corretoras credenciadas e registrados, estarão sujeitos às disposições desse regulamento; no art. 18, parágrafo 4º, do Capítulo IV, relativo à quantidade, menciona-se que “Deve ser considerada a quantidade líquida a ser entregue, sendo que o contrato estabelecerá o percentual de variação permitido. Caso não haja especificações no contrato, este Regulamento considerará um percentual de 3% (três por cento) para mais ou para menos”. Assim, é importante saber qual regulamento é base dos contratos de compra e venda que a fábrica realiza.

3.4 Amostragem no fardo de algodão em pluma

Segundo Instrução Normativa, os procedimentos para amostragem do algodão em pluma (AP) deverão obedecer ao que se segue:

I - a retirada das amostras poderá ser realizada manualmente ou mecanicamente.

II - as amostras devem ser manuseadas de forma a não descaracterizá-las ao longo do processo de coleta, acondicionadas em pacotes (malas), sendo enviado um jogo de amostras para a classificação visual e manual e outro jogo para a classificação tecnológica, conforme o caso.

III - para a realização da classificação tecnológica juntamente com a classificação visual e manual, cada fardo será cortado em dois lados opostos e deverá ser retirada uma subamostra de cada um desses lados de, no mínimo, 150 (cento e cinquenta) gramas, totalizando 300 (trezentos) gramas e gerando duas subamostras representativas do fardo, sendo que cada uma destas subamostras será partida ao meio no sentido longitudinal e adicionada à metade da amostra retirada do outro lado do fardo, formando assim duas amostras de trabalho, uma amostra para classificação tecnológica e uma amostra para classificação visual e manual.

IV - para a realização da classificação tecnológica ou para a realização da classificação visual e manual, cada fardo será cortado em dois lados opostos e deverá ser retirada uma subamostra de cada lado de, no mínimo, 75 (setenta e cinco) gramas, gerando duas subamostras representativas do fardo, sendo que as subamostras serão adicionadas formando assim uma amostra de trabalho.

V - as amostras de trabalho mencionadas nos incisos III e IV deverão ter um tamanho mínimo variando de 25 (vinte e cinco) a 30 (trinta) centímetros de comprimento, 13 (treze) a 15 (quinze) centímetros de largura, 8 (oito) a 13 (treze) centímetros de espessura (profundidade) e 150 (cento e cinquenta) gramas de massa no mínimo.

A Figura 7 mostra o processo de corte manual das amostras dos fardos de algodão em pluma com uso de facão; utiliza-se também máquina com disco de corte circular. Esses dois métodos de corte, em geral, são realizados nas fábricas de fição e em processo de amostragem para arbitragem, dentre outros casos que se fizerem necessários. Pois, nas usinas de beneficiamento, durante a produção dos fardos, as amostras são cortadas nas prensas que produzem os fardos e retiradas por colaboradores capacitados e responsáveis, que seguem a norma de procedimento estruturada e determinada pelo



Figura 7. Corte das amostras dos fardos de algodão em pluma com facão (Foto: Marcelo Silvio Santos)

laboratório de classificação e pela usina para os processos de retirada das amostras dos fardos, identificação de cada amostra, acondicionamento de lotes de amostras em malas (pacotes), identificação, lacre e demais procedimentos necessários, a fim de enviar as malas para o laboratório de classificação.

As amostras serão identificadas com uma etiqueta, especificando a usina e o número do fardo de que

a amostra foi coletada, sendo que essas informações podem ser apresentadas em código de barras. A etiqueta será colocada entre as duas metades da amostra, devendo a amostra ser firmemente enrolada e acondicionada em um pacote ou em um saco para embarque.

3.5 Processo de classificação do algodão em pluma

Para a realização da classificação visual/manual e da classificação tecnológica ou instrumental, é fundamental a estrutura física e ambiental de um laboratório em conformidade com as diversas normas, a fim de receber as devidas creditações para funcionamento.

A *Figura 8* mostra partes das salas de ensaios (sala da classificação visual/manual e a sala da classificação tecnológica ou instrumental) de um laboratório de classificação de algodão em pluma.

3.6 Classificação e tolerâncias Os padrões físicos universais

O classificador, para executar a classificação visual, que determina o tipo do algodão e que está relacionada ao grau de cor (Color Grade - CG) e o grau de folha (Leaf Grade - LG), tem como referência dois jogos de caixas dos padrões físicos universais, que consistem em um jogo de quinze caixas para o algodão americano *Upland*, de fibras de comprimento curto e médio. Esses padrões físicos são fornecidos pelo USDA e têm prazo de validade de um ano, que vence no dia 30 do mês de junho. A data de vencimento está registrada no lado interno e inferior da tampa de cada caixa dos padrões físicos.

A *Figura 9* mostra as caixas dos padrões físicos universais dos algodões americanos *Upland*.

As quinze caixas dos padrões físicos universais para o algodão americano *Upland* são subdivididas em sete caixas de amostras de algodão de cor branca (*White Color*), cinco caixas de algodão de cor creme (*Spotted Color*) e três caixas de cor avermelhada (*Tinged Color*), que são codificadas pelos algarismos 1; 3 e 4, respectivamente.

Com base nos padrões físicos dos algodões americanos, quanto mais branco for um algodão, melhor sua qualidade. O algodão creme, ligeiramente creme ou avermelhado são considerados inferiores a um algodão branco. Para um mesmo nível de branco, um algodão com brilho será considerado de melhor qualidade que um algodão opaco, ou seja, mais fosco. A avaliação dos parâmetros de cor é complementada pelos graus de reflectância (% Rd) e amarelamento (+b) mensurados e estimados por um colorímetro próprio para algodão, como, por exemplo, o colorímetro dos aparelhos do tipo HVI.

Figura 8. Partes das salas de classificações visual/manual e tecnológica (Foto: J. J. de Lima)





Figura 9. As quinze caixas dos padrões físicos universais para o algodão americano Upland de fibras curta e médias (White Color, Spotted Color e Tinged Color) (Fotos: J. J. Lima)

A seguir, os anexos I e II, sendo o I relativo aos Códigos dos Tipos de Cor, Classes de Cor ou Grau de Cor (CG) dos algodões americanos “Upland”, enquanto o II é relativo aos Códigos usados para determinar o Grau da Folha (LG).

Anexo I - Códigos dos Tipos de Cor, Classes de Cor ou Grau de Cor (C.G.) dos algodões americanos “Upland”

Branco	Ligeiramente Creme	Creme	Avermelhado	Amarelado
11*	12	13	-	-
21*	22	23*	24	25
31*	32	33*	34*	35
41*	42	43*	44*	-
51*	52	53*	54*	-
61*	62	63*	-	-
71*	-	-	-	-
81	82	83	84	85

* padrões físicos; sendo todos os outros padrões descritivos.

Legenda dos Códigos dos Tipos de Cor, Classes de Cor ou Grau de Cor (CG) dos algodões americanos “Upland”:

* Código 11	Cor Boa Média – GM (Good Middling)
* Código 21	Cor Estritamente Média – SM (Strict Middling)
* Código 31	Cor Média – M (Middling)
* Código 41	Cor Estritamente Abaixo da Média – SLM (Strict Low Middling)
* Código 51	Cor Abaixo da Média – LM (Low Middling)
* Código 61	Cor Estritamente Boa Comum – SGO (Strict Good Ordinary)
* Código 71	Cor Boa Comum – GO (Good Ordinary)
Código 81	Abaixo de Padrão 71 – BG (Below Grade - Below Good Ordinary)
Código 12	Cor Boa Média Ligeiramente Creme – GM Lt Sp (Good Middling Light Spotted)
Código 22	Cor Estritamente Média Ligeiramente Creme – SM Lt Sp (Strict Middling Light Spotted)
Código 32	Cor Média Ligeiramente Creme – M Lt Sp (Middling Light Spotted)
Código 42	Cor Estritamente Abaixo da Média Ligeiramente Creme – SLM Lt Sp (Strict Low Middling Light Spotted)
Código 52	Cor Abaixo da Média Ligeiramente Creme – LM Lt Sp (Low Middling Light Spotted)
Código 62	Cor Estritamente Boa Comum Ligeiramente Creme – SGO Lt Sp (Strict Good Ordinary Light Spotted)
Código 82	Abaixo de Padrão 62 – BG (Below Grade - Below Good Ordinary Light Spotted)
Código 13	Cor Boa Média Creme – GM Sp (Good Middling Spotted)
* Código 23	Cor Estritamente Média Creme – SM Sp (Strict Middling Spotted)
* Código 33	Cor Média Creme – M Sp (Middling Spotted)
* Código 43	Cor Estritamente Abaixo da Média Creme – SLM Sp (Strict Low Middling Spotted)
* Código 53	Cor Abaixo da Média Creme – LM Sp (Low Middling Spotted)
* Código 63	Cor Estritamente Boa Comum Creme – SGO Sp (Strict Good Ordinary Spotted)
Código 83	Abaixo do Padrão 63 – BG (Below Grade - Below Good Ordinary Spotted)
Código 24	Cor Estritamente Média Avermelhada – SM Tg (Strict Middling Tinged)
* Código 34	Cor Média Avermelhada – M Tg (Middling Tinged)
* Código 44	Cor Estritamente Abaixo da Média Avermelhada – SLM Tg (Strict Low Middling Tinged)
* Código 54	Cor Abaixo da Média Avermelhada – LM Tg (Low Middling Tinged)
Código 84	Abaixo do Padrão 54 – BG (Below Grade - Below Good Ordinary Tinged)
Código 25	Cor Estritamente Média Amarelada – SM YS (Strict Middling Yellow Stained)
Código 35	Cor Média Amarelada – M YS (Middling Yellow Stained)
Código 85	Abaixo do Padrão 35 – BG (Below Grade - Below Good Ordinary Yellow Stained)

Os códigos dos tipos de cor, classe de cor ou grau de cor que estão com asterisco (*), são os que possuem caixas de padrões físicos.

Anexo II - Códigos usados para determinar o Grau da Folha (LG) dos algodões americanos “Upland”

Grau da Folha (L.G.)	Código	Correspondente ao Código de Determinação do Grau de Cor (C.G.)
1	LG1	11
2	LG2	21
3	LG3	31
4	LG4	41
5	LG5	51
6	LG6	61
7	LG7	71
8	LG8	81

Os códigos de tipo, classe ou grau de cor que não estão com asterisco (*) são os que não possuem caixas de padrões físicos e são denominados de padrões descritivos. Assim, pode-se citar como exemplo de padrão descritivo o tipo de cor de código 62, denominado de "Strict Good Ordinary Light Spotted Color - SGO Lt Sp", que está entre os padrões físicos de código 61, denominado de "Strict Good Ordinary Color - SGO" e o de código 63, denominado de "Strict Good Ordinary Spotted Color - SGO Sp". Então, na classificação visual/manual realizada pelo classificador, ele avalia que a amostra em classificação não é de cor branca, mas tampouco é de cor creme, pois encontra-se entre as duas cores mencionadas; conseqüentemente, será classificada como ligeiramente creme. Já na classificação tecnológica, o colorímetro do instrumento do tipo HVI determina o grau de cor pelo cruzamento entre o valor do grau de refletância (% Rd) e o valor do grau de amarelamento (+b) sobre o diagrama de cor. Sendo o algodão de cor branca (White Color), cujo código universal é 1, não é preciso mencionar seu nome. Logo, por exemplo, pode-se expressar o grau da cor como (SLM - Strict Low Middling White Color - 41) ou somente (SLM - Strict Low Middling - 41), que é o mais usual. Veja o anexo I, a legenda dos Códigos dos Tipos de Cor, Classes de Cor ou Grau de Cor (C.G.) dos algodões americanos "Upland" e vá à sala de classificação visual/manual observar as caixas dos padrões físicos.

Há oito graus de folha (Leaf Grade - LG) para o algodão Upland, sendo sete com padrões físicos e um com padrão descritivo. O padrão físico do grau de folha está em conjunto com o padrão físico para o algodão americano Upland de cor branca (Universal American Upland Color and Leaf Grade Standards - White Colors and Leaf Grades).

A Figura 10 mostra os padrões físicos universais do algodão americano Upland – "Good Middling White Color (11), Leaf Grade (1)" e "Good Ordinary White Color (71), Leaf Grade (7)".

A compra e a importação das caixas dos padrões físicos dos algodões americanos Upland e Pima e dos algodões e azulejos de calibração podem ser realizadas diretamente com o USDA, pelos fabricantes dos instrumentos do tipo HVI ou por meio de uma firma especializada em importações (despachante).

Por que os padrões físicos universais para cor e



Figura 10. Padrões físicos universais do algodão americano Upland – "Good Middling White Color (11), Leaf Grade (1)" e "Good Ordinary White Color (71), Leaf Grade (7)" (Foto: J. J. de Lima)

folha dos algodões americanos Upland são substituídos periodicamente

A cor do algodão sofre alterações ao longo do tempo, em geral entorno de cinco anos, dependendo das condições da temperatura e da umidade do ar do ambiente em que se encontra condicionado. Assim, o USDA recomenda que as caixas réplicas dos padrões físicos universais para cor e folha dos algodões americanos Upland e

Pima (Cotton Grade Standards Order Form) utilizadas pelos laboratórios de classificação de algodão em pluma sejam substituídas anualmente. Logo, o USDA confecciona e oferece ao mercado novas caixas réplicas a partir do primeiro dia do mês de julho de cada ano. Por outro lado, os dois novos jogos das caixas dos padrões físicos universais são confeccionados a cada três anos, sendo que um jogo de caixas fica guardado em uma câmara escura no National Bank of Commerce, em Memphis, e o outro jogo de caixas maestro fica no USDA para ser utilizado no processo de arbitragem. Então, a cada três anos, classificadores de todo mundo reúnem-se em Memphis e atualizam as caixas maestros.

Será considerado **fora de tipo** o AP que for enquadrado nos códigos 81, 82, 83, 84 ou 85 do Anexo I, bem como no código LG8 do Anexo II, ambos da Instrução Normativa. O lote de AP enquadrado como fora de tipo poderá ser comercializado como se apresenta desde que identificado como fora de tipo, cumprindo com as exigências relativas à marcação ou rotulagem.

Será considerado **desclassificado**, e proibida sua comercialização na forma em que se apresenta, o AP que apresentar uma ou mais das seguintes situações:

- I - fermentado, cujas fibras tenham perdido a resistência
- II - saldo de incêndio
- III - contaminado com fibras de polipropileno, pedaços de material plástico, sementes inteiras (caroços), línter, cascas, talos, brácteas, conteúdo excessivo de plantas daninhas e matérias estranhas, cuja quantidade inviabilize a utilização do produto.

Esclarecimento

Algodão fermentado - Deve-se ressaltar que o algodão muito seco não é adequado, porque as fibras ficam

mais fracas e podem quebrar-se nos processos de colheita, beneficiamento do algodão em caroço e na fiação do algodão em pluma. Experiências práticas indicam que a taxa de umidade em relação à massa seca (taxa regain) deve ser entre 7% e 12%, sendo a taxa ideal 8,5%. Algodões com taxa de umidade em relação à massa seca a partir dos 15% para mais fermentam mais facilmente, acumulam parasitas e entram em processo de combustão espontânea. Numerosos fungos causam a descoloração do pigmento e diminuem sensivelmente a resistência das fibras, chegando mesmo a deixá-las podres, o que comumente se denomina "massa puba", sendo facilmente reconhecida pelo cheiro de mofo e pelas manchas características. Os microrganismos corroem a celulose que compõe as paredes primária e secundária das fibras, formando cavidades; esse processo é denominado de "efeito cavitoma".

A *Figura 11* mostra situações que desclassificam o algodão em pluma, como fardo de algodão fermentado, amostra de algodão apresentando manchas esverdeadas, indicando a presença de colônias de microrganismos sob a luz UV e vista longitudinal de fibras por meio das lentes de um microscópio com cavidades nas paredes de celulose, denominadas efeito cavitoma, que provoca a perda de resistência das fibras.

A *Figura 12* mostra um fardo e uma amostra de algodão queimado (saldo de incêndio), situação que também desclassifica o algodão em pluma.

A *Figura 13* mostra lavoura de algodão contaminada com saco plástico e tecido de algodão contaminado com fibras de polipropileno, oriundas da capa do fardo, situação que também desclassifica o algodão em pluma.

O Mapa poderá efetuar análises de substâncias nocivas à saúde, matérias estranhas indicativas de riscos à saúde humana e matérias estranhas

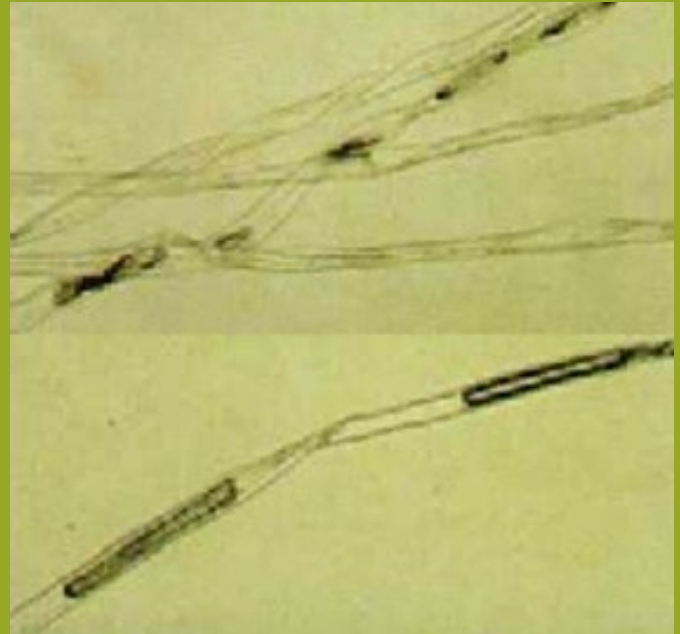


Figura 11. Algodão fermentado, com colônias de microrganismos e fibras com efeito cavitoma, visto por meio das lentes de um microscópio (Fotos: J. J. de Lima e Standard tests on fibres and yarns in the Schlafhorst Textile Laboratory)

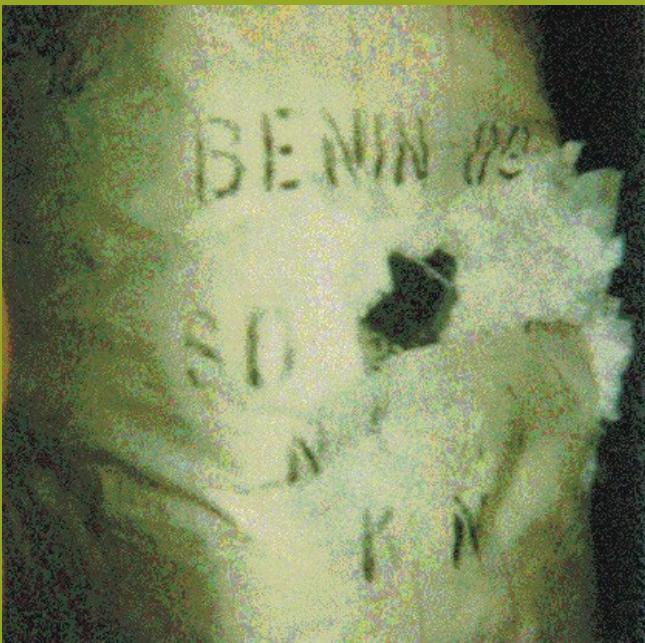


Figura 12. Fardo apresentando algodão queimado (princípio de incêndio) (Fotos: J. J. de Lima)

indicativas de falhas das boas práticas, além de análise para detecção de OGM (organismos geneticamente modificados), de acordo com legislação específica, independentemente do resultado da classificação do produto. O produto será **desclassificado** quando se constatar a presença dessas substâncias em limites superiores ao máximo estabelecido na legislação específica, ou, ainda, quando se constatar a presença de substâncias não autorizadas para o produto.

6 Procedimentos operacionais ou roteiro para classificação

6.1 Classificação visual

6.1.1 Recepção das amostras a classificar

Segundo Instrução Normativa, nos procedimentos operacionais ou roteiro para classificação do AP, deve ser observado o que segue:

I - verificar se a amostra se encontra devidamente acondicionada, lacrada, identificada e autenticada.

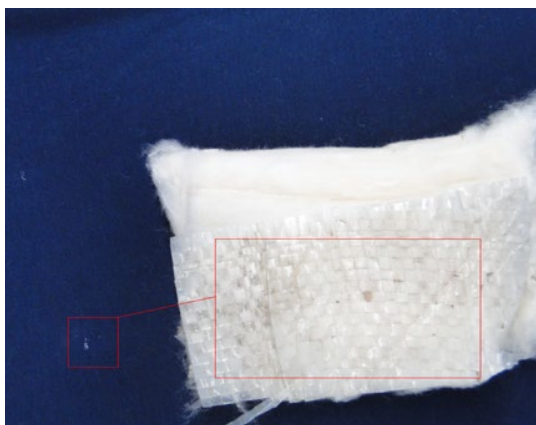
A *Figura 14* mostra a verificação das malas ou pacotes que acondicionam as amostras de algodão pelo funcionário do laboratório responsável pelo recebimento das malas entregues pelo cliente que está solicitando a classificação.

II - antes de realizar a classificação, o classificador deve verificar se a amostra apresenta qualquer situação desclassificante, e na hipótese de constatação de qualquer situação de desclassificação, o classificador emitirá o Documento de Classificação, enquadrando o produto como **Desclassificado**.

A *Figura 15* mostra malas de amostras abertas sobre as mesas de classificação, para que o classificador verifique se há amostras em situação desclassificante e, conseqüentemente, efetuar a classificação conforme os padrões físicos referenciais.

III - estando o produto em condições de ser classificado, iniciar o processo de classificação, que compreende a classificação visual e manual e a classificação teológica ou instrumental.

Figura 13.
Lavoura contaminada com saco plástico e tecido de algodão contaminado com fibras de polipropileno, oriundas da capa do fardo
(Fotos: J. J. de Lima)





Figuras 14. Conferência das malas ou pacotes que condicionam as amostras de algodão no recepcionamento no laboratório de classificação (Fotos: J. J. de Lima)



Figura 15. Malas de amostras abertas sobre as mesas de classificação, para que o classificador, verifique se há amostras em situação desclassificante (Fotos: J. J. de Lima)

Figura 16.
O classificador visualizando e memorizando os padrões físicos dos algodões americanos Upland e Pima (Fotos: J. J. de Lima)



6.1.2 Uso dos padrões físicos universais

Segundo Instrução Normativa, deve ser observado o que segue:

I - visualizar os Padrões Físicos Universais antes de cada período de trabalho, a fim de memorizá-los e consultá-los, tantas vezes quanto for necessário, podendo colocar a amostra de trabalho lado a lado dos Padrões Físicos.

A *Figura 16* mostra o classificador visualizando e memorizando os padrões físicos universais.

II - manter as caixas dos Padrões Físicos Universais fechadas, removendo a tampa de proteção das mesmas somente nos momentos de visualização e consulta.

6.1.3 A classificação visual/ manual

Para cada amostra a classificar, deverão ser realizadas as seguintes etapas:

III - dividir no sentido longitudinal cada amostra ao meio, subdividindo as metades, tendo o cuidado de não descharacterizá-las durante o manuseio.

IV - selecionar visualmente as duas piores partes (de características inferiores).

V - unir as quatro partes, deixando as duas piores partes voltadas para as faces externas, sendo a pior voltada para cima e a outra votada para baixo, que será colocada contra o tampo da mesa de classificação, definindo o grau de cor e o grau de folha em função da pior parte.

VI - analisar visualmente as superfícies de cada amostra quanto à cor, brilho, manchas, conteúdo e tamanho das impurezas, contaminações de matérias estranhas e defeitos de beneficiamento, tendo como referência os Padrões Físicos Universais, registrando no Laudo de Classificação em código ou descrevendo as contaminações e defeitos de beneficiamento detectados.

Esclarecimentos

Matérias estranhas - São substâncias não originárias do próprio algodão. Caule, capim, bucha de fusos da colhedeira, pedaços de arame, pedaços de guarnições de aço dos cilindros do maquinário do beneficiamento, pedaços de plástico, pedaços de madeira, pedaços de tecido, fragmentos de casca de semente, poeira e óleo são alguns exemplos. O tipo de matéria estranha e a quantidade (pouca ou muita) são anotados pelo classificador em laudo/certificado de classificação.

Modo de preparação (beneficiamento) - É a determinação feita pelo classificador quanto ao grau de aspecto e lisura ou toque da pluma. O algodão que estiver com alto conteúdo de umidade no momento dos processos de colheita e descaroçamento resultará em pluma com aparência encarnurada. Esse tipo de algodão é de difícil processamento e produz fios de baixa qualidade. A preparação do algodão melhora muito com a otimização dos métodos de colheita e beneficiamento; tanto o excesso quanto a falta de umidade nas fibras de algodão comprometem seu processamento ao longo da cadeia têxtil. O encarneamento da pluma também pode ocorrer por problemas de regulação dos órgãos das máquinas que compõem a linha de beneficiamento do algodão, principalmente perda de rotação e deficiência na sucção.

Grau de folha (LG) - O cálculo da quantidade de folhas feito pelo classificador constitui uma estimativa visual da quantidade de partículas de folhas de algodão contidas na massa de fibras da amostra. Há sete caixas de padrões físicos para o algodão americano *Upland*. Além disso, existe a designação abaixo de padrão, que é descritiva.

VII - selecionar as amostras que compõem o lote por grupos semelhantes para facilitar as observações.

VIII - determinar o Tipo do Algodão em Pluma, que receberá um código referente ao Grau de Cor (CG) e Grau de Folha (LG) equivalente aos Padrões Físicos Universais para os algodões americanos *Upland* ou *Pima* que estão sendo utilizados, conforme estabelecido nas tabelas dos Anexos I e II desta Instrução Normativa.

IX - caso a amostra não se enquadre em nenhum dos Padrões Físicos Universais utilizados será considerada como Fora de Tipo.

X - registrar o resultado da classificação visual e manual no Laudo de Classificação.

A *Figura 17* mostra o classificador de algodão em pluma preparando, organizando e classificando as amostras de uma mala sobre a mesa de classificação.

A mostra o classificador de algodão em pluma preparando, organizando e classificando as amostras de uma mala sobre a mesa de classificação.

A *Figura 18* mostra o registro da classificação visual/manual pelo classificador no Laudo de Classificação.

Curiosidades

Classificar algodão é uma arte em que o estado psíquico/emocional do classificador é ponto fundamental no processo da classificação visual/manual.

É de fundamental importância o treinamento, o monitoramento e a avaliação da aptidão e a acuidade visual das pessoas que trabalham ou desejam trabalhar em processamento de avaliações visuais de cores.

6.2 Classificação por instrumentos de tipo HVI

A classificação tecnológica ou instrumental é a classificação do algodão em pluma realizada por meio de Instrumento do tipo HVI; com esse instrumento analisam-se grandes quantidades de amostras (fardos), de forma rápida e precisa. Na conferência trienal em 1995, o USDA propôs a incorporação de seus padrões de calibração para as medidas dos instrumentos do tipo HVI no acordo universal dos padrões, o que foi aceite pelos signatários.

As propriedades físicas das fibras são ferramentas fundamentais para o fiandeiro e para o



Figura 17. Classificador de algodão em pluma realizando a preparação, organização e classificação das amostras (Fotos: J. J. de Lima)



Figura 18. Registro da classificação visual/manual pelo classificador no Laudo de Classificação (Fotos: J. J. de Lima)

fornecedor/produzidor. O produzidor irá à busca da produção de fibras que satisfaçam às exigências da indústria têxtil, quantitativa e qualitativamente; enquanto que o fiandeiro, conhecendo as propriedades das fibras, terá suporte para tomar decisões relativas à aprovação ou não da compra da matéria-prima, a sua forma de consumo (estabelecimento das misturas dos fardos para consumo na fiação), às ajustagens das máquinas e a uma série de outras providências. Enfim, quanto mais se sabe sobre a matéria-prima, melhor para vendê-la, comprá-la, processá-la e obter melhores resultados de produtividade, flexibilidade, qualidade, tempo e custo.

6.2.1 Salas de classificação tecnológica ou instrumental

Segundo Instrução Normativa, nos procedimentos operacionais ou roteiro para classificação tecnológica ou instrumental do AP, deve ser observado o que segue:

I - a atmosfera-padrão em termos de umidade relativa e temperatura do ambiente onde será realizada a classificação tecnológica deve estar de acordo com o que estabelece a legislação específica.

É fundamental, que o laboratório possua as normas técnicas, os manuais técnicos dos instrumentos e os demais documentos recomendados

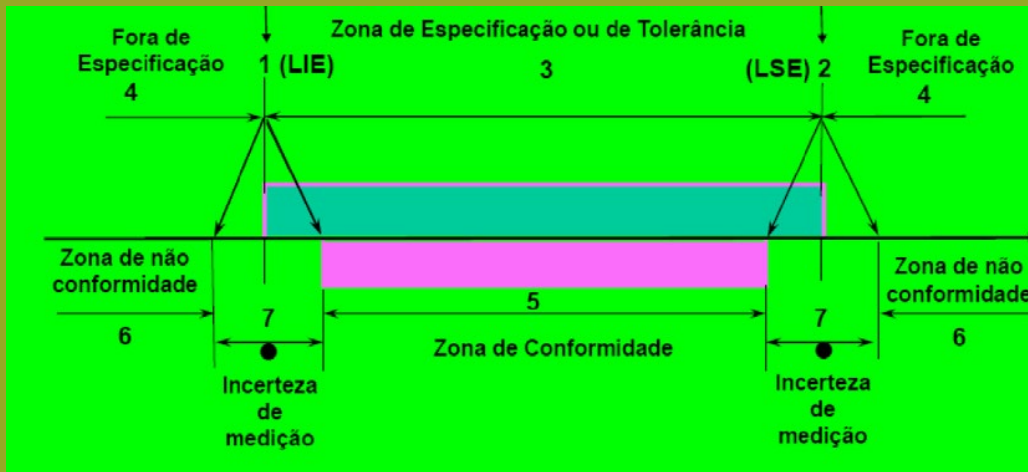


Figura 19. Gráfico de controle da atmosfera-padrão e suas tolerâncias (Fonte: Norma Técnica ABNT NBR ISO 139/2008)

no anexo XII, da Instrução Normativa Mapa nº 24, de 14 de julho 2016.

No caso da atmosfera-padrão, em termos de umidade relativa e temperatura do ambiente laboratório de classificação de algodão em pluma, tomar de referência as recomendações e valores da Norma Técnica ABNT NBR ISO 139/2008 (Têxteis - Atmosferas - Padrão para condicionamento e ensaio), que indica para a atmosfera-padrão e zona de especificação ou zona de tolerância, que são:

Atmosfera-padrão:

Atmosferas-padrão devem ter a temperatura de **20,0°C** e umidade relativa do ar de **65%**.

Zona de especificação ou zona de tolerância para a atmosfera-padrão:

A tolerância para a temperatura é **± 2,0 °C**.

A tolerância para a umidade relativa é **± 4,0%**

A *Figura 19* mostra como a Norma Técnica ABNT NBR ISO 139/2008 apresenta esquematicamente (graficamente) a relação entre a zona de especificação e a zona de conformidade.

A numeração do esquema (gráfico) da *Figura 19* indica:

- 1 - Limite inferior especificado (LIE)
- 2 - Limite superior especificado (LSE)
- 3 - Zona de especificação ou de tolerância
- 4 - Fora de especificação
- 5 - Zona de conformidade
- 6 - Zona de não conformidade
- 7 - Incertezas de medição

Vale ressaltar que, quanto menor a incerteza de medição de um instrumento de medição, me-

lhor é sua precisão. Logo, controle mais confiável, conseqüentemente, instrumento de maior custo. Dessa forma, justifica adquirir instrumentos com valores menores de incertezas.

A Comissão Internacional dos Padrões Universais recomenda instalar um dispositivo adequado para controlar e registrar continuamente as condições atmosféricas do ambiente laboratorial, mas que este tenha sensibilidade para detectar rápidas e pequenas variações.

A *Figura 20* mostra a mensuração da temperatura e da umidade relativa do ar no ambiente laboratorial (salas de condicionamento e ensaios) do Laboratório Têxtil do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai) de Blumenau/SC, por meio de um termo higrômetro portátil; os gráficos em linha dos valores da umidade relativa e da temperatura do ar no monitor do sistema automático de mensuração, registro, acompanhamento e controle contínuos, através dos sensores distribuídos pelo ambiente laboratorial.

A *Figura 21* mostra a distribuição dos sensores que mensuram continuamente a temperatura e a umidade relativa do ar da sala de classificação tecnológica da Associação Baiana dos Produtores de Algodão (Abapa).

II - a umidade da amostra deverá estar entre 6,75% (seis virgula setenta e cinco por cento) a 8,25% (oito virgula vinte e cinco por cento), considerada em relação à massa seca.

A *Figura 22* mostra a mensuração da taxa de umidade em relação à massa seca das

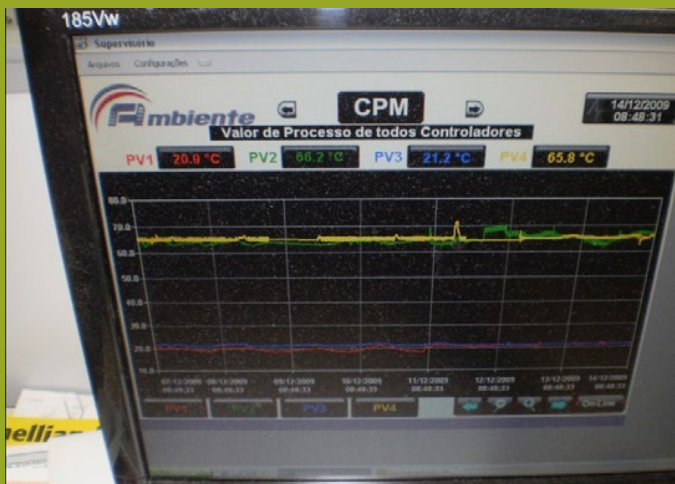


Figura 20. Mensuração, acompanhamento e controle da temperatura e umidade relativa do ambiente das salas de condicionamento e ensaio do Laboratório Têxtil do Fiesc/Senai (Fotos: J. J. de Lima)

Figura 21. Distribuição dos sensores que mensuram continuamente a temperatura e a umidade relativa do ar da sala de classificação tecnológica da Abapa (Fotos: S. Brentano)



amostras de algodão em pluma no ambiente laboratorial da Unicotton (Cooperativa de Produtores de Algodão), por um medidor de umidade portátil Strandberg Model 200D Probe, aparelho recomendado pela Comissão Internacional dos Padrões Universais, que também pode ser um aparelho equivalente, mas que esteja com calibração atualizada por um laboratório credenciado pela Rede Brasileira de Calibração (RBC).

6.2.2 A calibração de instrumentos feita pela Rede Brasileira de Calibração (RBC)

Para que haja dados precisos e confiáveis, os instrumentos e aparelhos que apoiam a metrologia devem ser calibrados periodicamente; essa ação no Brasil é feita através da RBC. O conceito de calibração traz uma ideia de comparação entre dados que são gerados por uma mesma espécie, como, por exemplo, ao encaminhar uma amostra para análise, os resulta-



Figura 22. Mensuração da taxa de umidade em relação à massa seca das amostras no ambiente laboratorial da Unicotton (Fotos: J. J. de Lima)

dos são comparados com uma informação considerada padrão por uma norma técnica ou outro documento oficial utilizado como padrão. Um instrumento de medição é um dispositivo que facilita essa comparação; a balança, por exemplo, é um instrumento que auxilia a comparação entre um padrão de massa (peso padrão) e o objeto que se está pesando. Esses instrumentos sempre trabalham dentro de uma faixa de incerteza conhecida; quanto menor a incerteza, maior a qualidade metrológica do instrumento ou padrão, e vice-versa. Para mais esclarecimentos, consultar a norma ASTM D1776/D1776M-16 Standard Practice for Conditioning and Testing Textiles.

Existem instrumentos de medição e padrões metrológicos adequados para cada finalidade. A calibração dos recursos utilizados em laboratórios faz-se necessária para avaliação da precisão dos dados gerados nos ensaios; a calibração dos instrumentos é realizada por prestadores de serviços credenciados pela RBC. O objetivo principal do credenciamento é garantir a confiabilidade dos serviços prestados pelos laboratórios que compõem a RBC e a Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio (RBLE). Essas padronizações credenciadas pela RBC e pela RBLE permitem que exportadores comercializem seus produtos em outros países e obtenham certificados

internacionais de validação e aprovação de seus produtos. A acreditação de um laboratório de calibração é concedida por especialidade de metrologia para uma determinada relação de serviços, incluindo faixas e melhores capacidades de medição.

6.2.3 Acondicionamento das amostras

As amostras devem ser arrumadas em bandejas teladas ou perfuradas em uma única camada, com o objetivo de permitir a livre circulação do ar; a *Figura 23* mostra amostras acondicionadas nas bandejas teladas em processo de condicionamento passivo com o ambiente laboratorial das salas de condicionamento e ensaios da Associação Mineira dos Produtores de Algodão (Amipa) e da Unicotton da Cooperativa de Produtores de Algodão, mensuração e acompanhamento da taxa de umidade em relação à massa seca das amostras ao longo do tempo.

A *Figura 24* mostra as amostras acondicionadas nas bandejas teladas ou vazadas no processo de condicionamento ativo das amostras com o ambiente laboratorial, das salas de condicionamento e ensaios da Unicotton e da Abapa, com mensuração e acompanhamento da taxa de umidade em relação à massa seca das amostras ao longo do tempo.

Figura 23. Condicionamento passivo das amostras de algodão nas salas de condicionamento e ensaio da Amipa e da Unicotton (Fotos: J. J. de Lima)



Figura 24. Condicionamento ativo das amostras de algodão nas salas de condicionamento e ensaios da Unicotton e da Abapa (Fotos: J. J. de Lima)



Esclarecimento

A Comissão Internacional dos Padrões Universais e o Manual do USDA para análise em instrumentos do tipo HVI recomendam que, para o processo de condicionamento passivo, as amostras de algodão em pluma ficam expostas, em geral, a um período de 48 horas em ambiente com atmosfera-padrão até atingir o conteúdo de umidade em relação à massa seca (*regain* padrão) entre 6,75% a 8,25%. Já no processo de condicionamento ativo, rápido ou acelerado, conforme é definido na norma técnica Internacional ASTM D 1776-08, as amostras em geral levam um período de dez a quinze minutos para conterem de 6,75 a 8,25% de umidade e, conseqüentemente, atingirem o equilíbrio com o ambiente laboratorial, que está em condição atmosférica padrão.

Há instrumentos do tipo HVI equipados com sensor que mensura o conteúdo de umidade em relação a massa úmida (*Moist - Mst %*) ou em relação a massa seca (*Moist dry - Mst dry %*). Sugere-se programar o instrumento do tipo HVI para que o sensor mensure a umidade na base seca e, se for necessário, deve-se programar também o registro dos valores encontrados no relatório emitido pelo instrumento no final do ensaio, de cada amostra (fardo) e entre amostras (fardos), visto que é um ponto fundamental de controle e avaliação.

Em relação a quando e como realizar o processo de pré-condicionamento das amostras, consultar a norma ASTM D1776/D1776M-16 Standard Practice for Conditioning and Testing Textiles (Prática Padrão para Condicionamento e Testagem de Têxteis).

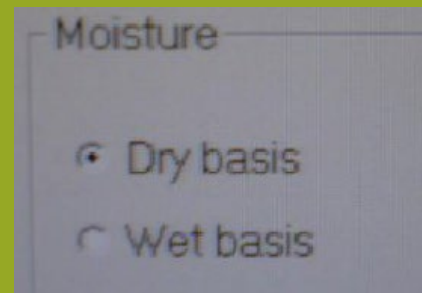
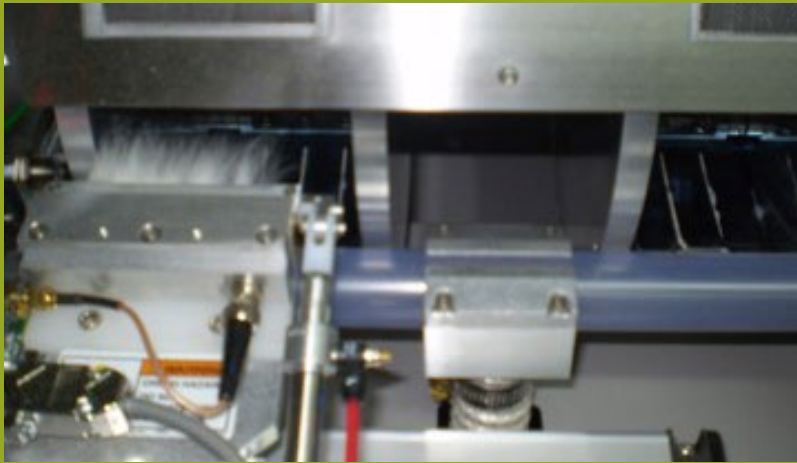


Figura 25. Medidor de umidade de um instrumento Uster HVI 1000 (Fotos: J. J. de Lima)



Figura 26. Os algodões e azulejos padrões de calibração para os instrumentos do tipo HVI (Fotos: J. J. de Lima)



A Figura 25 mostra o sensor que está programado para mensurar o conteúdo de umidade em relação a massa seca (*moisture – dry basis*) do feixe de fibras em forma de barba, que será ensaiado no fibrógrafo e no dinamômetro de um instrumento Uster HVI 1000.

6.2.4 Calibrações periódicas

Os equipamentos do tipo HVI e outros instrumentos laboratoriais utilizados na classificação tecnológica ou instrumental devem ser calibrados conforme manual do fabricante, observada a validade dos padrões físicos.

É fundamental a calibração dos aparelhos, das condições atmosféricas do ambiente laboratorial

e dos laboratoristas (operadores), assim, devem ser seguidas corretamente as instruções e as recomendações dos fabricantes dos aparelhos de laboratório contidas nas normas técnicas, nas normas de procedimentos nos manuais de manutenção e de calibração. Os calibres utilizados para calibração dos aparelhos, bem como os diversos instrumentos, devem ser calibrados periodicamente por laboratórios credenciados e acreditados.

A Figura 26 mostra os algodões de calibração para comprimento, resistência e índice micronaire e os azulejos de calibração para cor e impurezas (*trash*) para os instrumentos do tipo HVI, no laboratório da Amipa.

Conforme orientações do Manual para a Padroni-

zação da Classificação Instrumental do Algodão do Programa “Standard Brasil HVI” do Instituto Brasileiro do Algodão (IBA) e da Abrapa, os algodões para calibração possuem data de validade e devem ser imediatamente substituídos quando estiverem sacrificados por excesso de uso e se ocorrer misturas ou contaminação entre os algodões de calibração. Esses algodões devem ser condicionados ao mesmo tempo, no mesmo laboratório, sob as mesmas condições das amostras para ensaio e, quando totalmente condicionadas, o conteúdo de umidade em relação à massa seca deve ser entre 6,5% e 8,5%. Também deve ser mantido continuamente em local atmosféricamente condicionado.

Os azulejos de cor utilizados na calibração são apropriados aos diferentes tipos de colorímetro/fonte de luz (incandescente ou xênon); as superfícies de cor dos azulejos devem ser mantidas limpas para garantir uma calibração precisa. Utilizar na limpeza detergente líquido e que não contenham alvejantes, agentes abrasivos ou ásperos. Jamais utilizar outro conjunto de azulejos que não o alocado a seu equipamento, e, no caso de aquisição de novos conjuntos, que sejam compatíveis ao tipo de colorímetro/fonte de luz. Para garantir a calibração precisa do colorímetro, os azulejos de cor devem ser devolvidos ao USDA a cada dois anos para reavaliação.

É fundamental que os laboratórios filiem-se a um dos programas de checagem interlaboratorial como o:

- **ICAC** – INTERNATIONAL COTTON ADVISORY COMMITTEE
- **USDA** - US Department of Agriculture, Agricultural Marketing Service, Cotton Program Standardization Staff
- **FASERINSTITUT BREMEN** e.V. – Laboratorium der BREMER BAUMWOLLBÖRSE BREMER

BAUMWOLL – RUNDTEST and International Service of the BREMEN COTTON EXCHANGE FASRINSTITUT BREMEN

- **IST TÊXTIL / FBET** - Instituto Senai de Tecnologia Têxtil Vestuário e Design

Projeto Standard Brasil – HVI

Deve-se ressaltar que a Abrapa, em parceria com entidades que compõem a cadeia produtiva e consumidora de algodão em pluma, está constituindo, de forma livre e espontânea, o referido projeto, que é básico e fundamental. Seus objetivos servem de padrões referenciais para os laboratórios que efetuam a classificação tecnológica do algodão por meio do HVI e garante a credibilidade, confiabilidade e transparência dos resultados emitidos pelos laboratórios brasileiros, pois estão sendo monitorados e comparados por uma mesma ferramenta estatística e com o programa interlaboratorial do International Cotton Advisory Committee (ICAC).

6.2.5 Classificação tecnológica ou instrumental

Para determinação do micronaire da fibra, analisa-se apenas um corpo de prova e, para os demais parâmetros, deverão ser analisados dois corpos de prova por amostra.

A *Figura 27* mostra ensaios nas amostras de um lote de fardos de algodão em pluma em um instrumento USTER HVI 1000.

De posse do relatório do HVI, realiza-se a análise do documento e gera-se o **documento de classificação**. Deve-se ressaltar que, no processo de classificação, o classificador registrará se o algodão possui classificação ou desclassificação.

A *Figura 28* mostra um relatório (protocolo) emitido por um instrumento Uster HVI 1000, para ser analisado por um classificador no proces-



Figura 27. Ensaios nas amostras de um lote de fardos de algodão em pluma num instrumento Uster HVI 1000 (Foto: J. J. de Lima)

UNICOTTON USTER® HVI 1000

System Test - Individual Tests
Lot ID LOTE 11-1

Print Date 5/18/2010
Print Time 8:59:18AM

HVI SW Version 3.1.3.18
Serial Number 0712079
Test Mode 1

Bale ID	SCI	Grade	Mat dry%	Mic	Mat	UHML [mm]	UI [%]	SFI 12.7mm	Str g/tex	Elg [%]	Rd	+b Upland	C Grd	Tr Cnt	Tr Ar [%]	Tr ID Tr-Grd	Amt
01	96	11-1	7.0	5.31	0.87	25.49	80.6	9.8	24.8	7.8	80.9	10.8	12-1	7	0.06	1	447
02	88	11-1	6.8	5.96	0.89	24.91	81.5	9.2	23.1	8.1	80.9	11.1	12-1	12	0.08	1	389
03	92	11-1	6.9	5.36	0.86	24.70	81.1	9.6	23.5	9.2	80.9	10.8	12-1	6	0.06	1	430
04	90	11-1	6.9	5.30	0.87	24.39	80.6	10.9	23.7	8.4	80.9	11.1	12-1	11	0.07	1	456
05	94	11-1	6.9	5.38	0.87	25.27	80.8	9.4	24.2	8.9	80.9	10.8	12-1	5	0.06	1	376
06	103	11-1	6.7	5.30	0.87	24.86	81.8	9.5	25.6	8.5	81.0	11.1	12-1	14	0.08	1	434
07	91	11-1	6.9	5.25	0.86	24.65	80.1	9.9	24.2	8.9	80.9	10.8	12-1	5	0.06	1	364
08	97	11-1	6.8	5.31	0.87	25.35	80.8	8.7	25.1	8.3	81.0	11.1	12-1	13	0.07	1	395
09	92	11-1	6.9	5.35	0.87	24.92	81.1	9.7	23.3	8.2	80.9	10.8	12-1	5	0.06	1	452
10	98	11-1	6.9	5.31	0.87	24.68	81.4	9.3	24.7	8.5	81.0	11.1	12-1	13	0.07	1	444
11	90	11-1	7.2	5.31	0.86	24.95	79.9	9.7	24.3	9.0	81.1	11.1	12-1	12	0.10	1	463
12	94	11-1	6.7	5.51	0.90	24.77	81.1	9.7	24.4	4.3	80.8	10.9	12-1	16	0.11	1	423
13	95	11-1	7.0	5.35	0.87	24.97	81.3	8.9	24.0	8.4	81.1	11.1	12-1	12	0.11	1	469
14	93	11-1	7.0	5.29	0.87	24.89	80.1	10.4	24.9	8.7	80.8	11.2	12-1	14	0.09	1	416
15	95	11-1	7.0	5.34	0.87	25.20	81.3	9.5	23.6	8.8	81.1	11.1	12-1	15	0.11	1	468
16	102	11-1	6.9	5.32	0.87	24.93	82.4	9.9	24.4	8.7	80.9	11.2	12-1	15	0.10	1	410
17	99	11-1	7.1	5.31	0.87	25.58	81.2	9.1	24.9	8.7	81.1	11.0	12-1	12	0.10	1	406
18	91	11-1	6.8	5.42	0.87	24.71	80.8	9.2	23.7	8.7	80.9	11.2	12-1	16	0.10	1	373
19	92	11-1	7.0	5.31	0.87	24.98	80.8	10.0	23.7	8.3	81.1	11.1	12-1	11	0.10	1	519
20	99	11-1	6.9	5.27	0.87	24.37	81.2	9.4	25.5	8.1	81.1	11.2	12-1	16	0.10	1	381
n	20																
Average	95		6.9	5.36	0.87	24.93	81.0	9.6	24.3	8.3	81.0	11.0	12-1	12	0.08	1	426
Std.Dev.	4		0.1	0.15	0.01	0.32	0.6	0.5	0.7	1.0	0.1	0.2		0	0.02		39.9
CV%	4.3		1.9	2.8	1.0	1.3	0.7	5.2	3.0	12.0	0.1	1.4		0.1	0.7		9.4
Q99% +/-	2		0.1	0.09	0.00	0.18	0.3	0.3	0.4	0.6	0.1	0.1		0	0.01		22.6
Min	88		6.7	5.25	0.86	24.37	79.9	8.7	23.1	4.3	80.8	10.8		5	0.06		364
Max	103		7.2	5.96	0.90	25.58	82.4	10.9	25.6	9.2	81.1	11.2		16	0.11		519

System Test - Individual Tests Page 1 of 1

Figura 28. Relatório de um instrumento Uster HVI 1000 (Fotos: J. J. de Lima)

so de compra e venda. Dessa forma, o classificador toma de referência os dados de qualidade registrados no contrato de compra e venda, os anexos de I a XI da Instrução Normativa Mapa nº 24, de 14 de julho de 2016, as estatísticas Uster, os parâmetros de qualidade necessários para o processo e produtos têxteis a ser produzidos. A partir dessa análise, aprova-se ou não o lote de fardos.

É de fundamental importância que se analise os valores individuais das propriedades físicas das fibras de cada amostra (fardo) e os parâmetros estatísticos (média aritmética, desvio padrão, coeficiente de variação e limites de confiança) que envolvem os valores de todas as amostras (fardos). Com os valores mínimo e máximo calculam-se quantos desvios padrão esses dois valores extremos estão desviados da média aritmética; a partir desses parâmetros estatísticos, avalia-se que forma de curva de distribuição de frequência foi assumida pelo lote de fardos classificados. Tendo como referencial para essa análise a distribuição da curva normal.

A *Figura 29* mostra as identificações dos nomes, as siglas e as abreviaturas que compõem o relatório (protocolo) emitido pelos instrumentos Uster HVI 1000. Observe-se que o final do relatório emitido por um instrumento Uster HVI 1000 apresenta diversos parâmetros estatísticos.

6.2.6 Arquivamento das amostras

Normalmente, após a classificação visual/manual as malas de amostras são arquivadas e utilizadas para a montagem das malas de amostras que representam os lotes de fardos de algodão em pluma para a comercialização. Nesse processo, as partes interessadas podem acordar que somente se conclua o processo de compra/venda após o processo de take-up, que deve ser realizado por um classificador de algodão em

pluma devidamente credenciado pelo Mapa e indicado pelo comprador. Enquanto o responsável da venda indica o local (sala para take-up), data e horário da apresentação das malas de amostras que compõem os lotes de fardos em negociação. Realizada a negociação, é direito do comprador retirar as malas de amostras; caso não ocorra a retirada das amostras, é de praxe o responsável da apresentação das amostras arquivá-las durante um prazo (período) que julgar necessário e possível, ou seja, atendendo sua logística e normas de procedimentos internos de cada instituição que efetua o processo de classificação, determinadas pela gerência da qualidade. Ao término do período de arquivamento, as amostras, em geral, são prensadas em fardos, denominados fardos de aparas de algodão, e, conseqüentemente, comercializados, revertendo em benefícios para a instituição responsável do processo de classificação.

Normalmente, as amostras após o processo de classificação tecnológica ou instrumental, denominadas aparas, ficam em espera até a confirmação e conclusão do processo, sendo imediatamente encaminhadas para o enfardamento por prensa, formando os fardos de aparas de algodão. Caso seja necessária uma reclassificação, pode-se utilizar as amostras arquivadas da classificação visual/manual ou tirar novas amostras dos fardos, conforme determinação do capítulo IV, relativo a amostragem, da Instrução Normativa Mapa nº 24, de 14 de julho de 2016. Não é recomendado refazer ensaios nas amostras que já foram classificadas tecnologicamente, visto que elas ficam alteradas e danificadas, comprometendo os resultados.

A *Figura 30* mostra a sala de arquivamento e prensagem das aparas do laboratório da Associação Goiana dos Produtores de Algodão (Agopa).

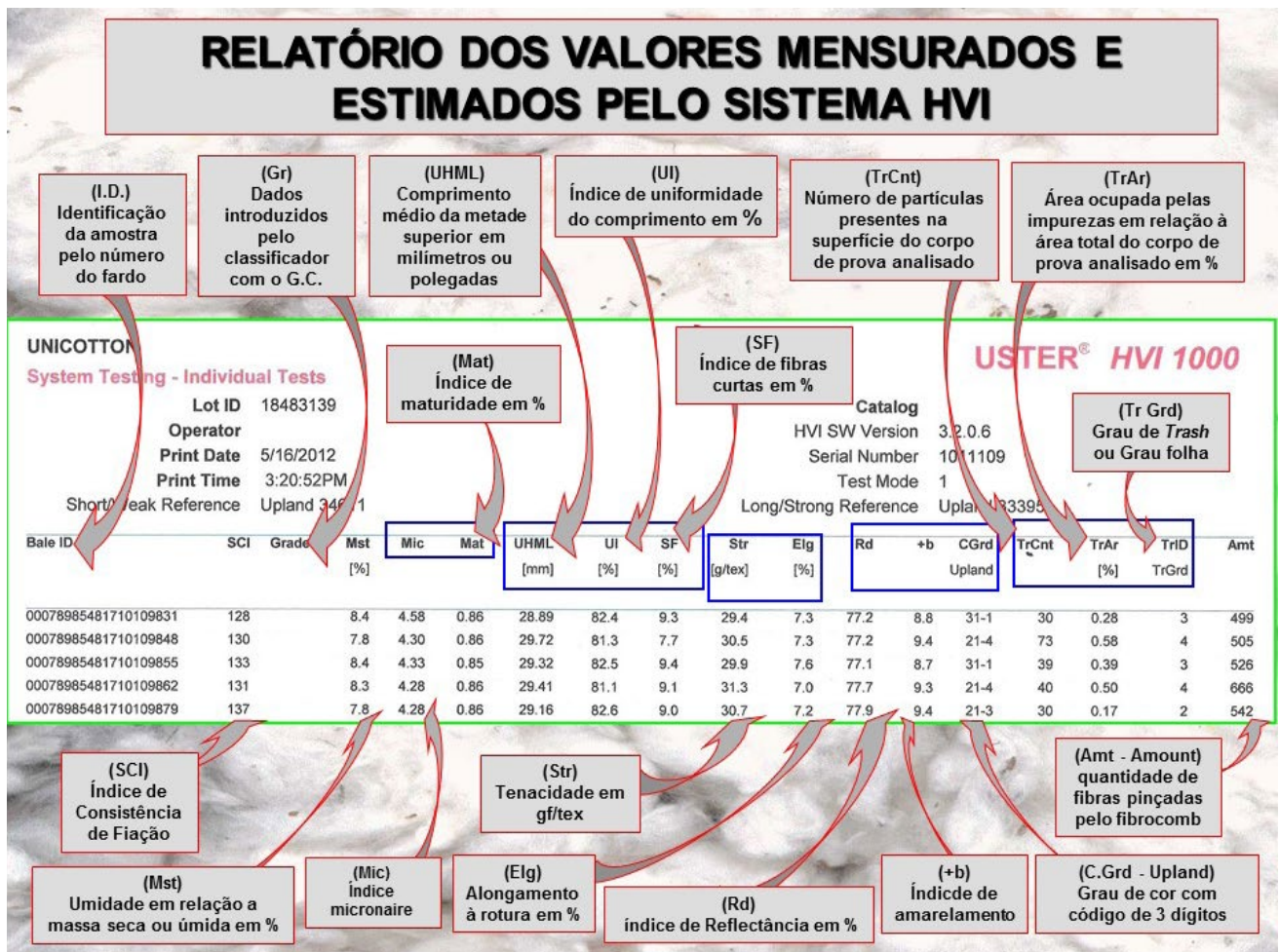


Figura 29. As identificações dos nomes, as siglas e as abreviaturas que compõem o relatório (protocolo) emitido pelos instrumentos Uster HVI 1000 (Foto: J. J. de Lima)



Figura 30. Sala de arquivamento e prensagem das aparas do laboratório da Agopa (Foto: J. J. de Lima)

7. Propriedades físicas das fibras de algodão mensuradas e estimadas pelos instrumentos do tipo HVI

7.1 Umidade

É a quantidade de água existente na massa das amostras ou corpos de prova de algodão em relação a sua massa úmida (Moist - Mst) ou em relação a sua massa seca (Moist dry - Mst dry%), expressa em porcentual. As melhores precisão e acurácia são obtidas com uma amostra média de umidade de 6,5% a 8%.

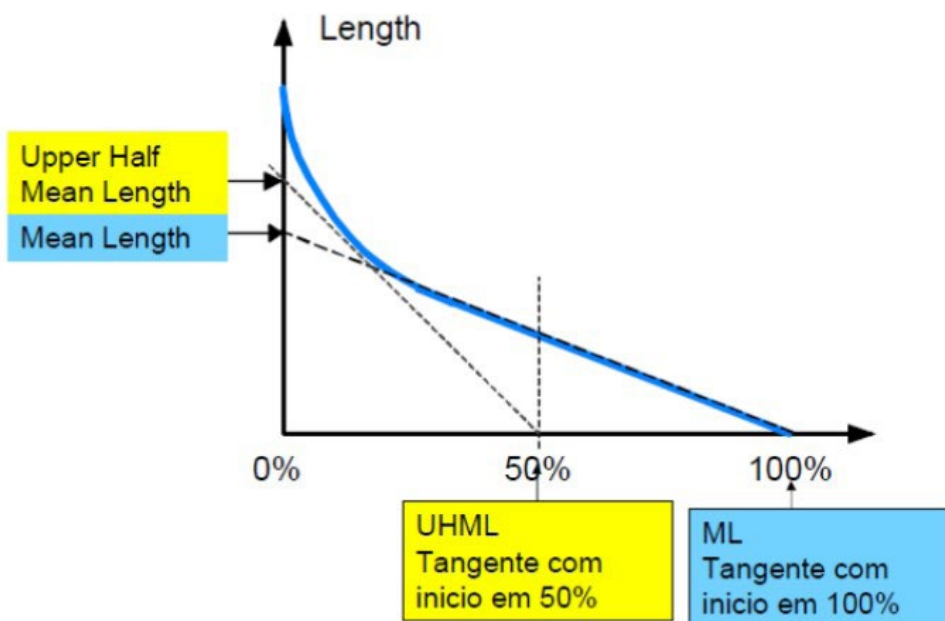
A Figura 31 mostra os referenciais da quantidade de umidade em relação à massa seca.

Quantidade de umidade (%)	Descrição
Abaixo de 4,5	Muito baixo
4,5 a 6,5	Baixo
6,5 a 8,0	Médio
8,0 a 10,0	Alto
10,0 e acima	Muito alto

Figura 31. Quantidade de umidade em relação à massa seca (Fonte: Uster HVI 1000, 2008)



Figura 32. Medição e estimativa do comprimento médio (Mean Length - ML) e do comprimento médio da metade superior (Upper Half Mean Length - UHML) da fibra de algodão pelo fibrógrafo de um Instrumento do tipo HVI, por meio da curva fibrograma (Fotos: J. J. de Lima; fonte: Uster Technologies - fiber Symposium)



7.2 Comprimento/uniformidade

Comprimento de fibra (UHML) - O comprimento médio da metade superior (Upper Half Mean Length - UHML) ou comprimento médio dos 50% das fibras mais longas é expresso em polegadas, com duas casas decimais, ou em milímetros, com uma casa decimal. Esse comprimento é utilizado no processo de classificação e comercialização do algodão internacionalmente.

A *Figura 32* mostra a escovagem fina da barba de fibras de algodão (corpo de prova) para preparação da medição e estimativa das propriedades do comprimento, da resistência e do alongamento à rotura, o pente de fibras (*fibrocomb*) do fibrógrafo e a curva fibrograma geométrica, por meio da qual se determina o comprimento médio (*Mean Length - ML*) e comprimento médio da metade superior (*Upper Half Mean Length - UHML*), pela teoria das tangentes.

Comprimento médio (Mean Length - ML) - É o comprimento médio dos 100% das fibras. Obtém-se

esse valor traçando uma linha reta tangente à curva fibrograma geométrica, partindo do ponto dos 100% das fibras localizado no eixo das quantidades (*amount* ou *sample size*), aos 3,81 mm (0,150 polegadas) de comprimento de extensão e cortando o eixo dos comprimentos; nesse ponto de interseção fica determinado o comprimento médio dos 100%. Com essa forma de procedimento, traça-se qualquer comprimento médio em função do porcentual de fibras que se desejar.

A *Figura 33* mostra as zonas de estiragens de uma máquina do processo de preparação à fição, em que a barba de fibras pinçada pelo par de cilindros está com os comprimentos das fibras distribuídos de forma aleatória, que, sendo ordenados, apresentam a configuração da curva fibrograma. O ideal é que a massa de fibras em processo tenha uma sequência de curvas semelhantes, com o objetivo de produzir fios homogêneos e uniformes ao longo de sua extensão, já que o processo ocorre com as máquinas em movimento. Assim, denomina-se a curva fibrograma, ou simplesmente fibrograma, como dinâmico.

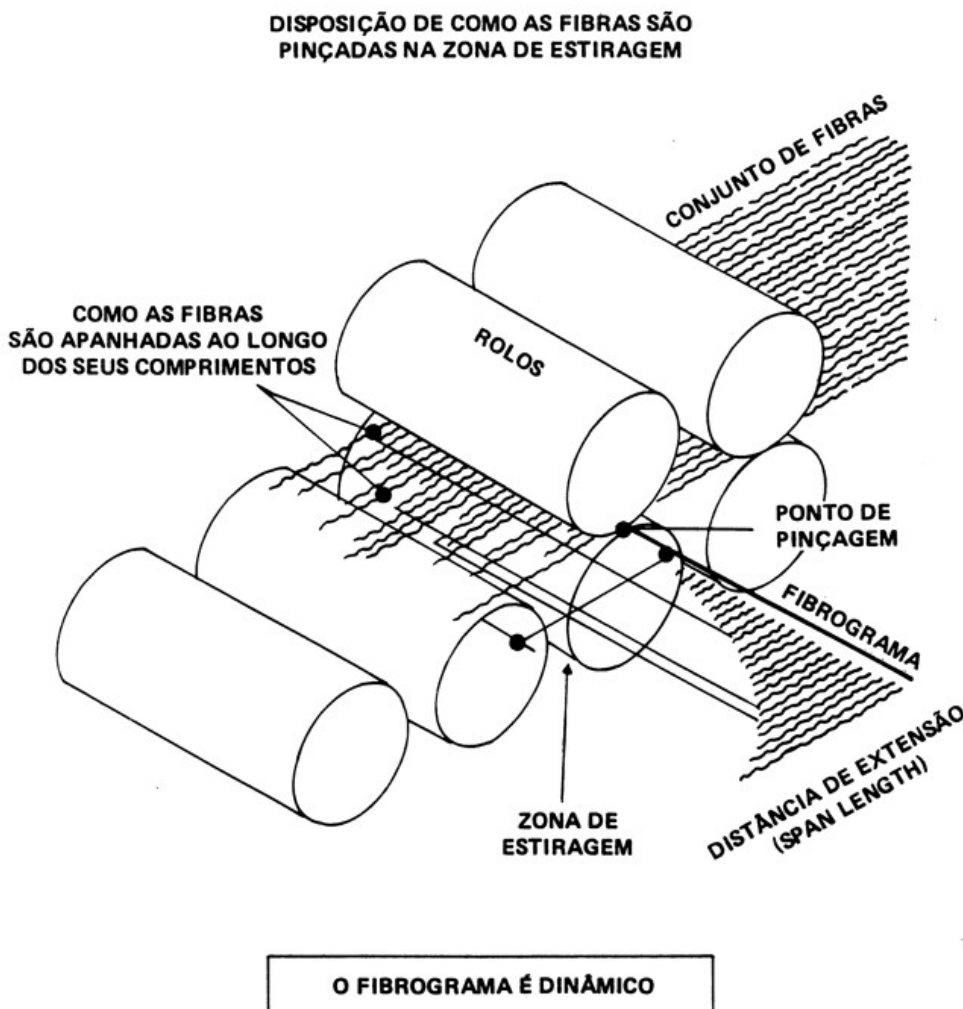


Figura 33. A configuração da curva fibrograma nas zonas de estiragens (Fonte: J. J. de Lima, 1992)

Figura 34. Códigos universais e conversões para o comprimento das fibras de algodões curto/médio (short/medium staple) (Fonte: Uster HVI 1000, 2008)

Algodão em Pluma equivalente ao algodão americano "Upland" de comprimento Curto e Médio			
Comprimento de fibra em fração de polegada (classer's staple)	Comprimento de fibra em centésimos da polegada (UHML) mensurado por instrumentos do tipo HVI	Comprimento de fibra em décimos do milímetro (UHML) mensurado por instrumentos do tipo HVI	Código Universal
Menor que 13/16	Menor e igual a 0,79	20,1 + curta	24
13/16	0,80 - 0,85	20,2 - 21,7	26
7/8	0,86 - 0,89	21,8 - 22,7	28
29/32	0,90 - 0,92	22,8 - 23,4	29
15/16	0,93 - 0,95	23,5 - 24,2	30
31/32	0,96 - 0,98	24,3 - 25,0	31
1	0,99 - 1,01	25,1 - 25,7	32
1 1/32	1,02 - 1,04	25,8 - 26,5	33
1 1/16	1,05 - 1,07	26,6 - 27,3	34
1 3/32	1,08 - 1,10	27,4 - 28,0	35
1 1/8	1,11 - 1,13	28,1 - 28,8	36
1 5/32	1,14 - 1,17	28,9 - 29,8	37
1 3/16	1,18 - 1,20	29,9 - 30,6	38
1 7/32	1,21 - 1,23	30,7 - 31,3	39
1 1/4	1,24 - 1,26	31,4 - 32,1	40
1 9/32	1,27 - 1,29	32,2 - 32,8	41
1 5/16	1,30 - 1,32	32,9 - 33,6	42
1 11/32	1,33 - 1,35	33,7 - 34,4	43
1 3/8	Maior que 1,36	Maior que 34,5	44

Figura 35. Códigos universais e conversões para o comprimento das fibras de algodão longo (long staple) (Fonte: Uster HVI 1000, 2008)

Algodão em Pluma equivalente ao algodão americano "Pima" de comprimento Longo e Extralongo			
Comprimento de fibra em frações de polegada (classer's staple)	Comprimento de fibra em centésimos da polegada (UHML) mensurado por instrumentos do tipo HVI	Comprimento de fibra em décimos do milímetro (UHML) mensurado por instrumentos do tipo HVI	Código Universal
Menor que 1 1/4	Menor e igual a 1,20	31,4 - 32,1	40
1 5/16	1,21 - 1,25	32,2 - 32,8	42
1 3/8	1,26 - 1,31	32,9 - 33,6	44
1 7/16	1,32 - 1,36	33,7 - 34,5	46
1 1/2	1,37 - 1,42	34,6 - 36,1	48
1 9/16	1,43 - 1,47	36,2 - 37,4	50
1 5/8	Maior 1,48	Maior que 37,4	52

As Figuras 34 e 35 mostram os referenciais das classes e conversões para o comprimento médio da metade superior (*Upper Half Mean Length - UHML*) de fibras dos algodões curto/médio (*short/medium staple*) e longo (*long staple*), que equivalem aos algodões americanos Upland e Pima.

Notas:

1. Ao calcular a conversão dos valores dos comprimentos de fibra expressos em frações de polegada para milímetros, eles não se alinham exatamente, ocorrendo diferenças. Logo, vale ressaltar que, no comércio internacional de algodão, utilizam-se os valores dos comprimentos de fibras em 32 avos da polegada, que, nos instrumentos do tipo HVI, são apresentados de forma decimal e com duas casas após a vírgula.
2. Há literaturas que consideram as classes dos códigos universais de 24 a 30 fibras de comprimento curto (*short*), as classes de 31 a 35 fibras de comprimento médio (*medium*), as classes de 36 a 40 fibras de comprimento médio a longo (*medium to long*) e as classes de 41 a 44 fibras de comprimento longo (*long*).

Nota: há literaturas que consideram as classes dos códigos universais de 40 a 48 fibras de comprimento longo (*long*) e as classes de 50 a 52 fibras de comprimento extralongo (*extra long*).

Índice de uniformidade do comprimento da fibra (%UI) - A relação entre o comprimento médio dos 100% das fibras (*Mean length - ML*) e o comprimento médio dos 50% das fibras mais longas (*Upper Half Mean Length - UHML*), expresso em porcentagem, ou seja, $(%UI = ML \div UHML \times 100)$.

A Figura 36 mostra os referenciais do índice de uniformidade do comprimento das fibras.

Índice uniformidade (%)	Descrição
<i>Abaixo de 77</i>	<i>Muito baixo</i>
<i>77 a 80</i>	<i>Baixo</i>
<i>81 a 84</i>	<i>Médio</i>
<i>85 a 87</i>	<i>Alto</i>
<i>87 e acima</i>	<i>Muito alto</i>

Figura 36. Índice de uniformidade do comprimento da fibra (Fonte: Uster HVI 1000, 2008)

Índice de fibras curtas (%SFI ou %SF) - É o percentual de fibras menores que 0,50 polegadas ou 12,7 milímetros presentes nos corpos de prova. Esse índice pode ser estimado por fórmula matemática ou pela curva fibrograma.

Cabe ressaltar que o instrumento do tipo HVI ensaia as fibras em feixe, enquanto o instrumento Uster AFIS ensaia as fibras individualizadas. A Figura 37 mostra os referenciais do índice de fibras curtas para o algodão americano Upland de comprimento de fibras curtas e médias.

Índice de Fibras Curtas (%) (< 0.50 Pol. ou 12.7mm)	Descrição
<i>Abaixo de 6</i>	<i>Muito baixo</i>
<i>6 a 9</i>	<i>Baixo</i>
<i>10 a 13</i>	<i>Médio</i>
<i>14 a 17</i>	<i>Alto</i>
<i>18 e acima</i>	<i>Muito alto</i>

Figura 37. Índice de fibras curtas (Fonte: Uster HVI 1000, 2008)

O comprimento da fibra pode ser definido, de forma generalizada, como a extensão média ou a mais constante ao longo do eixo de um corpo de prova de fibras paralelas, previamente preparadas.

A uniformidade do comprimento da fibra pode ser definida, de forma generalizada, como a variação existente entre os comprimentos das fibras em um corpo de prova, isto é, se os comprimentos são de pequena diferença ou não entre as fibras.

7.3 Resistência/alongamento

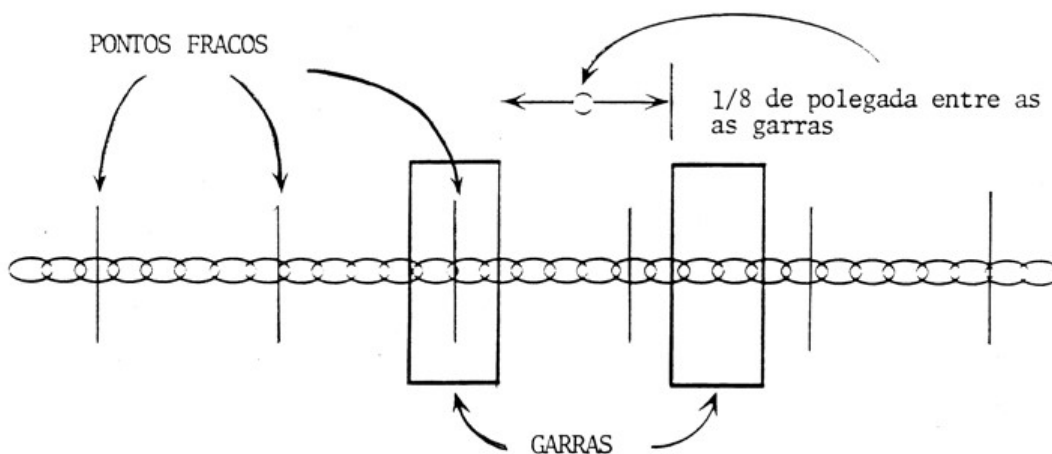
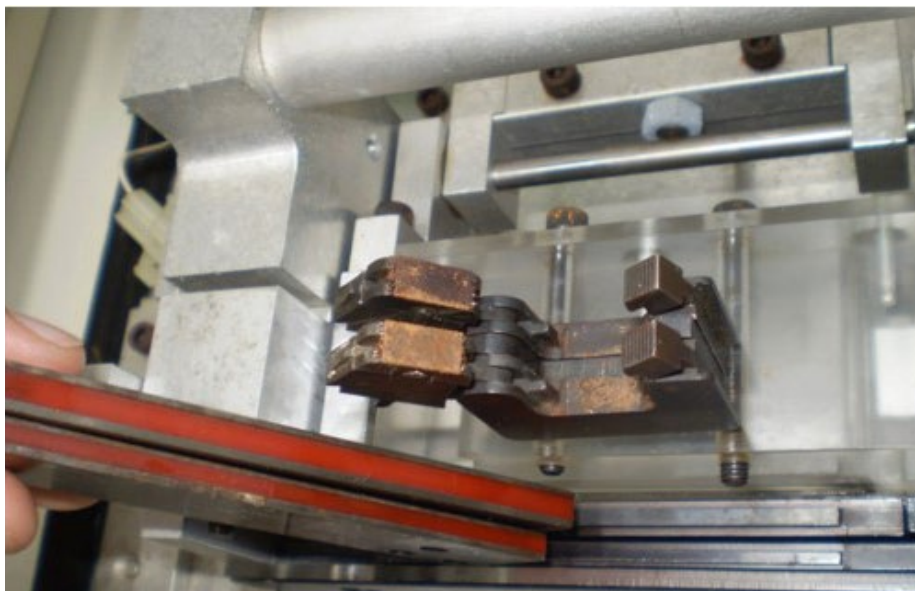
Resistência específica ou tenacidade à rotura da fibra (Str - gf/tex) - A força, em gramas, requerida para romper um feixe de fibras (barbas de fibras) de um tex.

Define-se como força máxima ou força de rotura (*Max Force*) a força necessária para romper o feixe de fibras, expressa em gramas-força.

Define-se de Tex, a massa em gramas de mil metros de material têxtil em forma de fibras, mantas, fitas, pavios e fios. O Tex é um sistema de titulação (título) ou densidade linear, que é massa por unidade de comprimento.

Figura 38.

O par de garras dos dinamômetros Pressley e Stelometer ao lado do par de garras do dinamômetro do tipo HVI e a conformação da fibra de algodão semelhante a uma corrente com elos de aço (Fotos: J. J. de Lima; fonte: Uster Technologies – Fiber Symposium, 2008)



No método de ensaio que determina a tenacidade e o alongamento à força de rotura das fibras de algodão nos instrumentos do tipo HVI, as fibras são colocadas aleatoriamente no pente do fibrógrafo, presas pelo par de garras do dinamômetro, com espaçamento de 1/8 de polegada (3,175 mm aproximadamente 3,2 mm), comumente denominada de garra de 1/8, e tracionadas até o rompimento. Na indústria que processa o algodão, a propriedade física tenacidade ou resistência específica é em geral denominada simplesmente de resistência.

Vale ressaltar que os instrumentos do tipo HVI estimam por cálculo a resistência específica ou tenacidade das fibras de algodão, utilizando os valores

da força de rotura (resistência à rotura) do feixe de fibras (barba de fibras) e a finura da fibra em tex, que é calculada pelo valor do índice micronaire.

Curiosidade

A tenacidade à rotura da fibra de algodão é normalmente expressa em gramas-força por tex (gf/tex) ou gramas-força por denier (gf/den). Denier equivale à massa em gramas de 9 mil metros de fibra. Podemos converter em unidades do padrão internacional (SI) em newtons (N), multiplicando gf/tex por 0,0098. Visto que aproximadamente um quilograma-força equivale a 9,80 N (1 kgf = 9,80 N) e uma libra-força equivale a 4,448 N (1 lbf = 4,448 N).



Figura 39. Medição da resistência e do alongamento à rotura da fibra de algodão pelo dinamômetro do instrumento do tipo HVI (Fotos: J. J. de Lima; fonte: Spinlab, Sistema 900 HVT. São Paulo, Textor)

Alongamento à rotura da fibra (% Elg) - O quanto o feixe de fibras (barbas de fibras) cede no sentido longitudinal até o momento da rotura, expresso em porcentual, em função do comprimento inicial do corpo de prova.

Vale ressaltar que o comprimento inicial do corpo de prova equivale ao espaçamento entre o par de garras do dinamômetro, que é de 1/8 de polegada ou 3,2 milímetros. Sendo que o dinamômetro dos instrumentos do tipo HVI é de princípio mecânico de taxa constante de alongamento (CRE - *Constant Rate of Elongation*). A distância de 1/8 de polegada está fundamentada em que a fibra de algodão tem uma conformação semelhante a uma corrente de elos de aço, com comprimento médio de 1/8 de polegada, e que há uma forte probabilidade de ocorrer um ponto fraco na fibra a cada 1/8 de polegada ao longo de seu comprimento. A partir dessa observação, determinou-se que o espaçamento padrão entre o par de garras dos dinamômetros utilizados para mensurar a resistência e o alongamento à rotura das fibras de algodão é de 1/8 de polegada. Assim, os valores obtidos nos ensaios aproximam-se mais do valor verdadeiro.

A Figura 38 mostra um par de garras com espaçador de 1/8 de polegada, utilizado nos dinamômetros Pressley e Stelometer, que são instrumentos de baixo volume (LVI – *Low Volume Instrument*), sendo o Pressley de princípio mecânico de taxa constante de carga (CRL - *Constant Rate of Load*) e o Stelometer de princí-

pio mecânico de taxa constante de movimento transversal (CRT - *Constant Rate of Transverse*) ao lado de um par de garras de um instrumento do tipo HVI e um desenho geométrico representando a conformação da fibra de algodão, semelhante a uma corrente com elos de aço de 1/8 de polegada, sobre o par de garras com espaçamento de 1/8 de polegada.

A Figura 39 mostra a escovagem fina da barba de fibras de algodão (corpo de prova) para preparação da medição e da estimação das propriedades do comprimento, da resistência e do alongamento à rotura; a barba de fibras que sofreu rotura no ensaio de resistência e alongamento pelo dinamômetro de um instrumento do tipo HVI.

A Figura 40 mostra os referenciais para a tenacidade das fibras de algodões de comprimento curto e médio.

Tenacidade à rotura (gf/tex)	Descrição
Menos de 21	Muito fraca
22 a 24	Fraca
25 a 27	Média
28 a 30	Forte
31 e superior	Muito forte

Figura 40. Tenacidade à rotura da fibra, expressa em gramas-força por tex (gf/tex) (Fonte: Uster HVI 1000, 2008)

A *Figura 41* mostra os referenciais para o alongamento à rotura das fibras de algodões de comprimento curto e médio.

Alongamento (%Elg.)	Descrição
Abaixo de 5,0%	Muito baixo
5,0 a 5,8%	Baixo
5,9 a 6,7%	Médio
6,8 a 7,6%	Alto
7,7 e acima	Muito alto

Figura 41. Alongamento à rotura da fibra (Fonte: Uster HVI 1000, 2008)

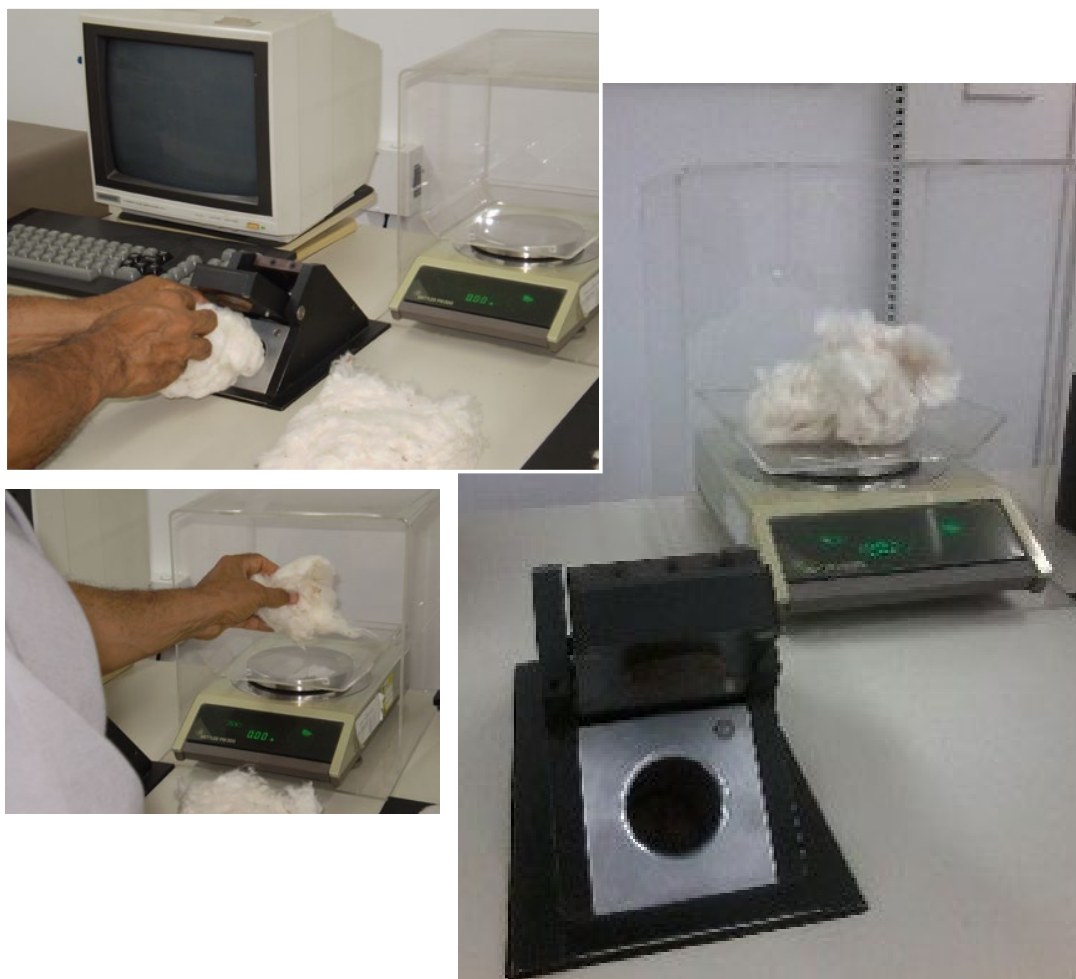
7.4 Micronaire

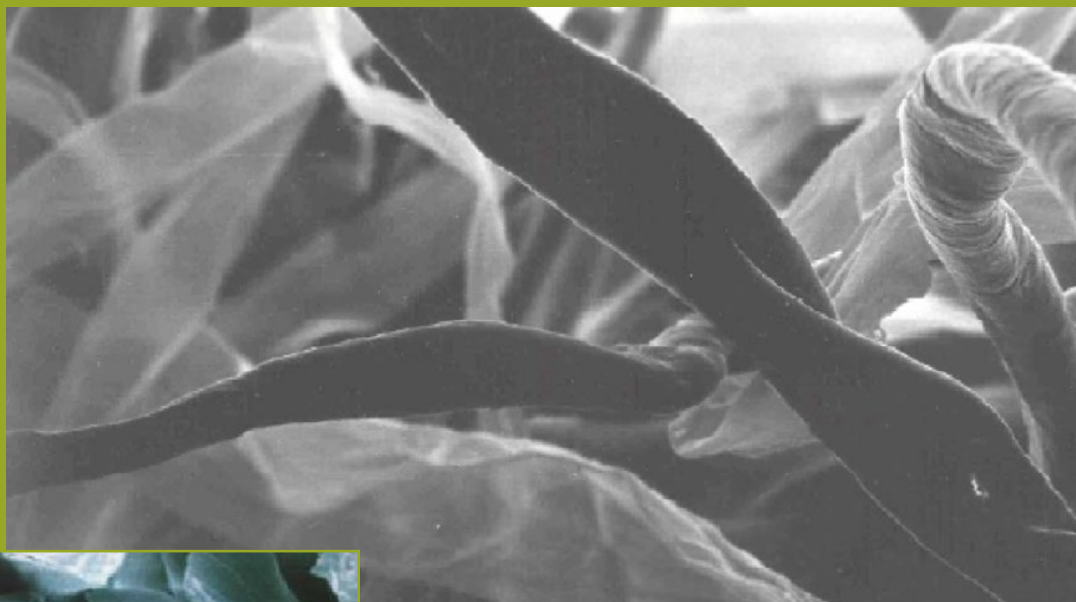
Micronaire da fibra (Mic) - O índice é determinado pelo complexo finura/maturidade da fibra.

A *Figura 42* mostra a preparação do corpo de prova para a medição do índice micronaire da fibra de algodão por um aparelho micronaire de um instrumento do tipo HVI.

É fundamental entender como ocorre a determinação do valor do índice micronaire; para realizar esse ensaio, a massa de fibras do corpo de prova é inserida na câmara do aparelho micronaire, onde é submetida a uma pressão de ar comprimido. Os valores da massa do corpo de prova, do volume da câmara e da pressão do ar comprimido injetado são constantes. Em seguida, o aparelho determina a vazão do ar que passou pela massa de fibras, que é variável e que está em função do diâmetro externo e da espessura da parede secundária das fibras, formada por camadas de celulose, e que também estão relacionados diretamente com a maturidade das fibras.

Figura 42. Medição e estimação do índice micronaire da fibra de algodão pelo aparelho Micronaire do instrumento do tipo HVI (Fotos: J. J. de Lima)





	Fina e Madura:	Micronaire baixo
	Grossa e Imatura:	Micronaire baixo
	Grossa e Madura:	Micronaire alto

Figura 43 - Relação entre da maturidade e o índice micronaire das fibras de algodão (Fonte: Uster Technologies – Fiber Symposium, 2008)

Pode-se dizer também que o micronaire (Mic) é a medida da vazão do fluxo de ar injetado com um valor de pressão constante sobre uma massa de fibras de algodão constante, acondicionada em uma câmara de volume constante. Os valores micronaire resultantes dos ensaios sofrem influências da finura e da maturidade das fibras, relacionadas à variedade da cultivar (semente) e às condições ambientais durante o cultivo do algodoeiro. Logo, o micronaire deixa de ser densidade linear (título), ou seja, massa por unidade de comprimento (microgramas/polegada = mg/polegada), e passa a ser um índice, ou seja, índice micronaire.

A finura da fibra equivale à massa da fibra por unidade de comprimento (título ou densidade linear), normalmente expressa em militex (mtex), que é a milésima parte do tex, equivalente à massa em gramas de mil metros de material têxtil na forma de fibra, manta, fita, pavo e fio.

Deve-se ressaltar que a escala do índice micronaire foi estabelecida empiricamente com um conjunto de algodão padrão e não é linear; outros fatores, como a finura (densidade linear) e a maturidade, influenciam nos resultados do índice micronaire.

A *Figura 43* mostra as vistas longitudinal e transversal das fibras de algodão, pelo microscópio, e a relação entre a maturidade e o índice micronaire das fibras de algodão. Assim, a fibra fina e imatura apresenta diâmetro externo pequeno, parede secundária estreita e lúmen acentuado (valor do índice micronaire muito baixo); a fibra fina e madura possui diâmetro externo pequeno, parede secundária espessa e lúmen pequeno (valor do índice micronaire baixo). A fibra grossa e imatura possui diâmetro externo grande, parede secundária estreita e lúmen acentuado (valor do índice micronaire baixo); e a fibra grossa e madura possui diâmetro externo grande, parede secundária espessa e lúmen pequeno (valor do índice micronaire alto).

A *Figura 44* mostra os referenciais para o índice micronaire das fibras do algodão de comprimento de fibras curtas e médias.

Índice micronaire (Mic)	Descrição
<i>Abaixo de 3,0</i>	<i>Muito fina</i>
<i>3,0 a 3,6</i>	<i>Fina</i>
<i>3,7 a 4,7</i>	<i>Média</i>
<i>4,8 a 5,4</i>	<i>Grossa</i>
<i>5.5 e acima</i>	<i>Muito grossa</i>

Figura 44. Índice micronaire da fibra (Fonte: Uster HVI 1000, 2008)

As descrições das características das faixas de valores do índice micronaire, que variam de 2,0 a 6,0

As fibras com valores de índice micronaire abaixo de 2,9 são muito finas; podem ser fibras com pequeno perímetro, mas, se for maduras, são boas fibras. Também podem ser fibras com grande perímetro, mas, se imaturas, são más fibras; sofreram quebras e formação de neps ao longo dos processos de colheita, beneficiamento e preparação à fiação, impactando negativamente em fios e tecidos.

As fibras com valores de índice micronaire entre 2,9 a 3,7 são fibras finas, mas com vários graus de maturidade ou de perímetro.

As fibras com valores de índice micronaire entre 3,8 a 4,6 são fibras médias, mas com grau médio de maturidade e/ou perímetro.

As fibras com valores de índice micronaire entre 4,7 a 5,5 são fibras grossas, normalmente desenvolvidas de modo completo, ou seja, tendendo a serem maduras, porém, com perímetro grande.

As fibras com valores de índice micronaire igual ou maior que 5,6 são consideradas fibras muito grossas, totalmente desenvolvidas e com grande perímetro. Porém, as fibras de alto valor de índice micronaire limitam a

gama de titulação dos fios, ou seja, fios de títulos muito finos não podem ser produzidos, por não atender o limite mínimo de fibras na seção transversal dos fios e, conseqüentemente, comprometer a resistência e a irregularidade de massa dos fios.

A *Figura 45* mostra a relação dos valores do índice micronaire com o valor de mercado.

7.5 Maturidade

Índice de maturidade (Mat) - Esse índice equivale ao grau de espessura das camadas de celulose que constituem a parede secundária das fibras que formam os corpos de prova.

Nota: Vale ressaltar que as definições apresentadas a seguir são sobre as fibras de algodão — maduras, imaturas, de parede finas, normais, mortas, porcentual de maturidade e grau de espessamento da parede — são da norma ABNT NBR 13156.

Fibras maduras são aquelas com parede celular suficientemente desenvolvida e que, quando tumefeitas, se apresentam com poucas ou sem espirais e com forma tubular uniforme. Possuem parede com espessura igual ou superior a um quarto do diâmetro máximo da fibra.

O termo fibras tumefeitas significa inchar as fibras com solução de hidróxido de sódio a 18%.

Fibras imaturas são fibras que, quando tumefeitas, assumem formas espiraladas, ou achatadas, com contornos pouco definidos e quase transparentes. Possuem parede com espessura inferior a um quarto do diâmetro máximo da fibra.

Fibras de paredes finas são fibras que, quando tumefeitas, não podem ser classificadas como mortas ou normais.

Fibras normais são fibras que, quando tumefeitas, apresentam for-

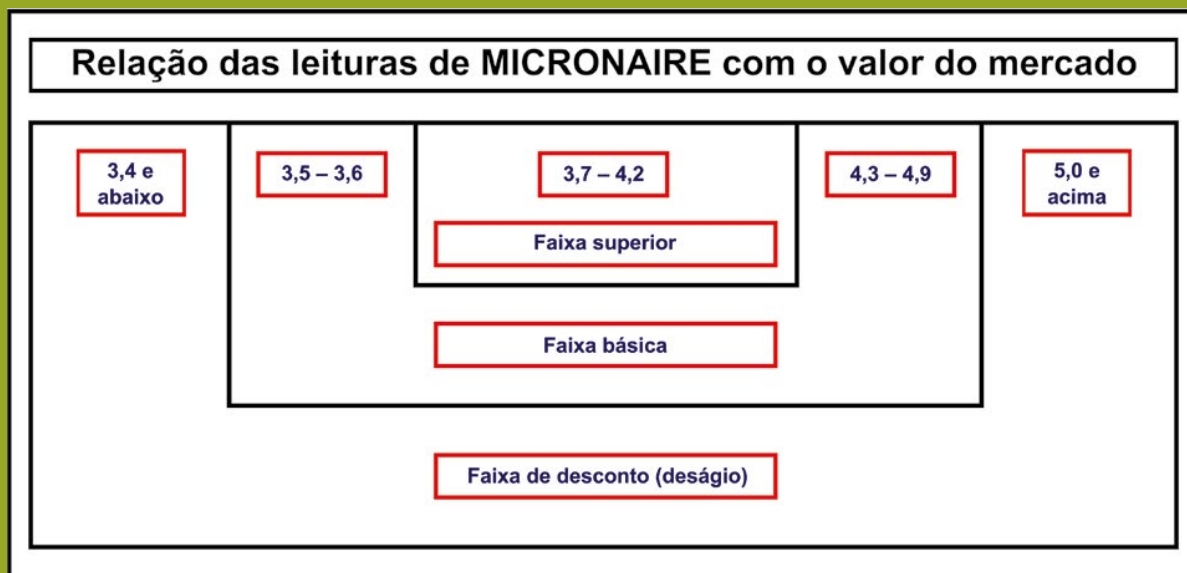


Figura 45. Relação dos valores do índice micronaire com o valor de mercado (Fonte: USDA AMS Agricultural Handbook 566: The Classification of Cotton - 2001)

ma tubular com lúmen central descontínuo; as fibras não possuem formas espiraladas definidas.

Fibras mortas são fibras que, quando tumefeitas, apresentam a parede com espessura máxima de um quinto do diâmetro máximo das fibras. As fibras mortas apresentam-se com várias formas, desde fitas achatadas não espiraladas, com paredes de pequena ou nenhuma espessura, até formas muito espiraladas, com desenvolvimento um pouco maior.

Ressalte-se que a definição de fibras mortas a acima relaciona-se à formação da parede secundária, ou seja, deposição de celulose; cabe afirmar que, quando ocorre a abertura das maçãs (frutos do algodoeiro), conseqüentemente, ocorre o surgimento dos capulhos; nesse momento, todas as fibras morrem.

Porcentual de maturidade é o índice médio de fibras maduras em uma amostra, com base no número total de fibras.

O índice de maturidade estimado pelo instrumento HVI da Uster Technologies indica o grau de espessura da parede secundária de um corpo de prova de algodão; trata-se de um valor calculado por um algoritmo que envolve os valores de outras propriedades físicas (índice micronaire, resistência e alongamento à rotura) mensuradas pelo instrumento HVI. Esse índice de maturidade apresenta boa correlação com a razão da maturidade determinada pelo instrumento AFIS (Ad-

vanced Fiber Information System - AFIS-N, T, L, D, & M) da Uster Technologies e com o método de ensaio pelo microscópio, que é a referência para os demais ensaios de determinação da maturidade das fibras de algodão. Os dois últimos métodos de ensaios são baseados nos princípios de Lord. Porém, esse **índice de maturidade ainda não apresenta boa confiabilidade**, mas serve como um referencial de comparação e acompanhamento entre os valores dos fardos de mesmo lote, de lotes e origens diferentes.

A Figura 46 mostra os referenciais para o índice de maturidade das fibras do algodão estimado pelo HVI da Uster Technologies.

Índice maturidade (Mat)	Descrição
Abaixo de 0,75	Incomum
0,75 a 0,85	Imaturo
0,86 a 0,95	Madura
Acima de 0,95	Muito maduro

Figura 46. Índice de maturidade da fibra (gf/tex) (Fonte: Uster HVI 1000, 2008)



Figura 47. Caixas dos padrões universais, dos algodões de calibração para o HVI, a operacionalização do colormeter/trashmeter (Fotos: J. J. de Lima)

7.6 Cor

Cor - Grau de reflectância (%Rd), Grau de amarelamento (+b) e Grau de cor (C.G.) - A cor do algodão é basicamente responsabilidade da parede secundária e da variedade do algodão. Normalmente, e dependendo da variedade, o algodão poderá ser branco, ligeiramente creme ou creme; por interferência externa, por agentes físicos ou fisiológicos, ele pode apresentar manchas amareladas ou avermelhadas, ou mesmo de tonalidade avermelhada.

A classificação de cor das amostras de algodão é determinada por um colormetro de dois filtros. Esse método objetivo foi desenvolvido por Nickerson e Hunter, no início da década de 1940, para checar os padrões de classificação do algodão do USDA; hoje visa substituir completamente a classificação visual subjetiva determinada pelo classificador de algodão em pluma. O aparelho foi desenvolvido para os algodões americanos Upland e Pima, mas pode ser usado para medir a cor de algodões em pluma equivalentes aos algodões americanos, para os quais foram estabelecidos padrões de tipo oficiais. Uma superfície lisa que representa a amostra do algodão em ensaio é colocada sobre o visor do colormetro e pressionada; em seguida, são registrados os valores do grau de reflectância (% Rd), do grau de amare-

lamento (b+) e do número do grau da cor (CG), que é o código do tipo de cor do USDA. A leitura feita pelo aparelho tem alta correlação com o julgamento visual, logo, é muito útil na reprodução das réplicas dos padrões físicos oficiais para o tipo de cor do algodão. Enfim, a cor é um parâmetro de qualidade do algodão, e as medições de cores das fibras cruas são úteis no controle da cor dos fios e dos tecidos crus, alvejados e/ou tintos.

O grau de cor (CG) expressa o resultado do cruzamento dos valores do grau de reflectância (%Rd) e do grau de amarelamento (+b) determinado no diagrama de cores de Nickerson/Hunter. O grau da cor para os algodões equivalentes ao algodão americano Upland é representado por um código numérico com três dígitos, sendo os dois primeiros relativos a um tipo de cor de seus padrões físicos universais e o terceiro dígito representa um dos quadrantes localizados na área do diagrama de cores. Já para os algodões equivalentes ao algodão americano Pima, representa-se por um código numérico de um dígito, que equivale a um tipo de cor de seus padrões físicos universais. Os padrões físicos universais e os diagramas de cor são do USDA.

O CG é determinado no diagrama de cor pela relação entre o código de cinzento, valores da escala do eixo vertical (eixo das ordenadas), com o

GRAUS DE COR DE HVI PARA ALGODÃO UPLAND AMERICANO

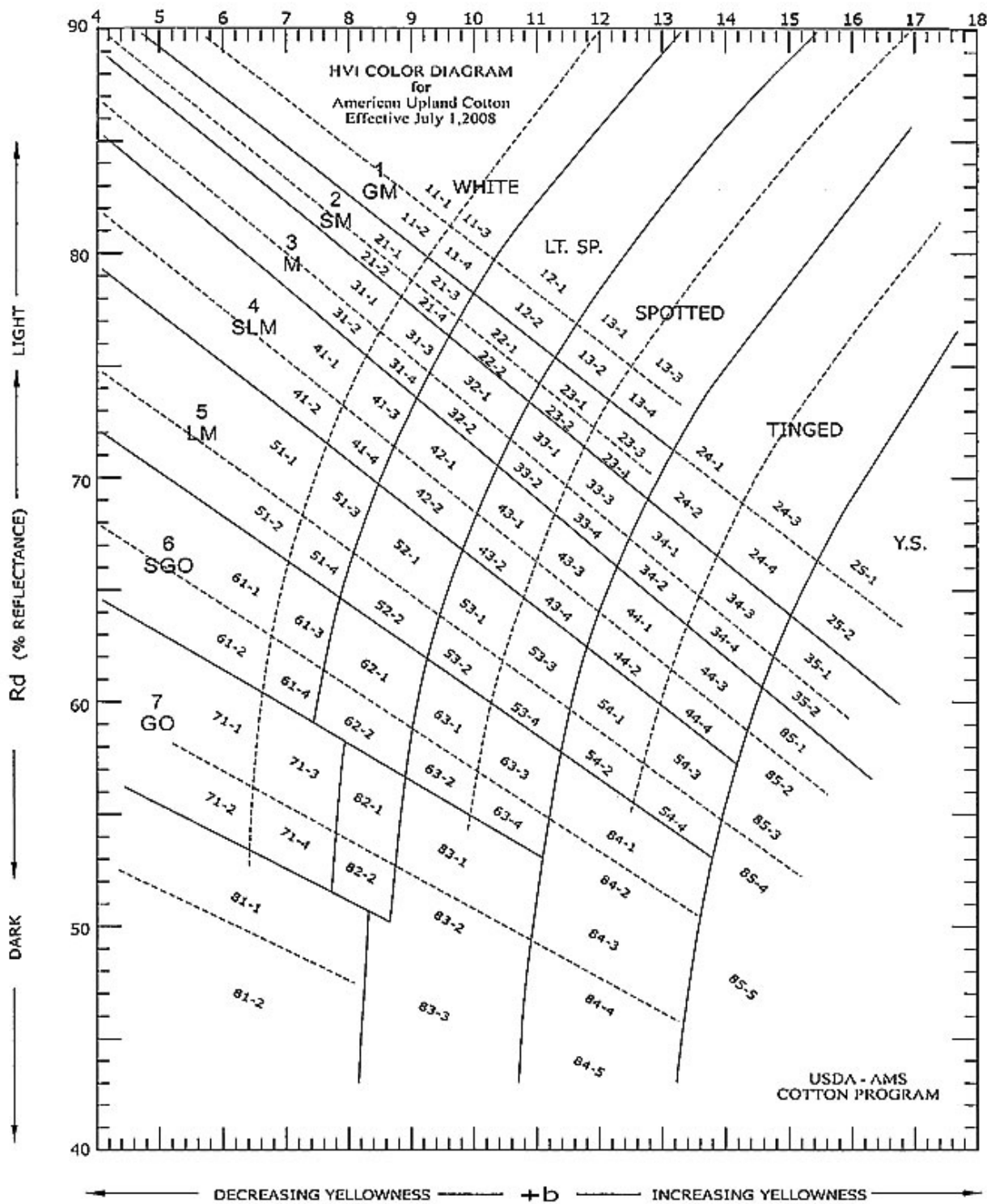


Figura 48. Diagrama de cor para o algodão americano Upland com código de três dígitos, a partir dos valores do grau de reflectância (% Rd) e o grau de amarelamento (+b) (Fonte: Uster Spinlab, 1991)

código de amarelado, valores da escala horizontal (eixo das abscissas). Tendo no cruzamento desses dois valores o CG do algodão em ensaio, que é equivalente a um dos padrões físicos dos algodões americanos Upland ou Pima.

A Figura 47 mostra as caixas dos padrões universais, dos algodões de calibração para o HVI, e a operacionalização do colormeter/trashmeter.

Grau de reflectância (%Rd) - Expressa o valor da luminosidade e da cor branca refletida pelas fibras de algodão, expresso em porcentual, que corresponde à escala do eixo das ordenadas do diagrama de cores do colorímetro de Nickerson/Hunter.

Grau de amarelamento (+b) - Expressa o valor do índice de amarelamento da luz refletida pelas fibras de algodão através de um filtro amarelo e que corresponde à escala do eixo das abscissas do diagrama de cores do colorímetro de Nickerson/Hunter.

A Figura 48 mostra o diagrama de cor para o algodão americano Upland.

O que representa os dígitos do código do CG no diagrama de cor para o algodão americano Upland

Utilizando como exemplo, o código **42-1**, no qual o primeiro e segundo dígitos são relativos ao grau da cor do algodão (**42 - Strict Low Middling Light Spotted - SLM Lt. Sp.**), que se traduz como (**42 - Cor Estritamente Abaixo da Média Ligeiramente Creme - SLM Lt.Sp.**), está em função dos padrões físicos universais memorizados pelos Instrumentos do tipo HVI; logo, há uma forte correlação com a classificação visual. O terceiro dígito representa um dos quadrantes localizados na área do diagrama de cores, sendo no exemplo o quadrante (**1**). O código do grau de cor (**42-1**) é resultante do cruzamento do valor do grau de reflectância (**72,5%**), que está no eixo das ordenadas (**y**), com o valor do índice de amarelamento (**9,4**), que está no eixo das abscissas (**x**).

A Figura 49 mostra os parâmetros

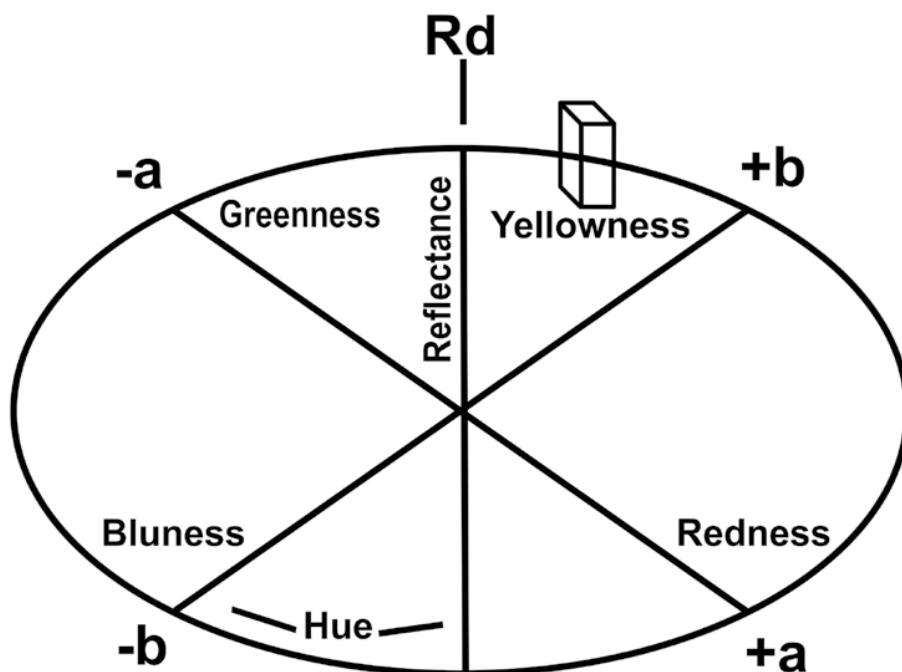


Figura 49
Gráficos do sistema de cores
(Fonte: Uster Spinlab, 1991; desenhos: Sheila Henrichs)

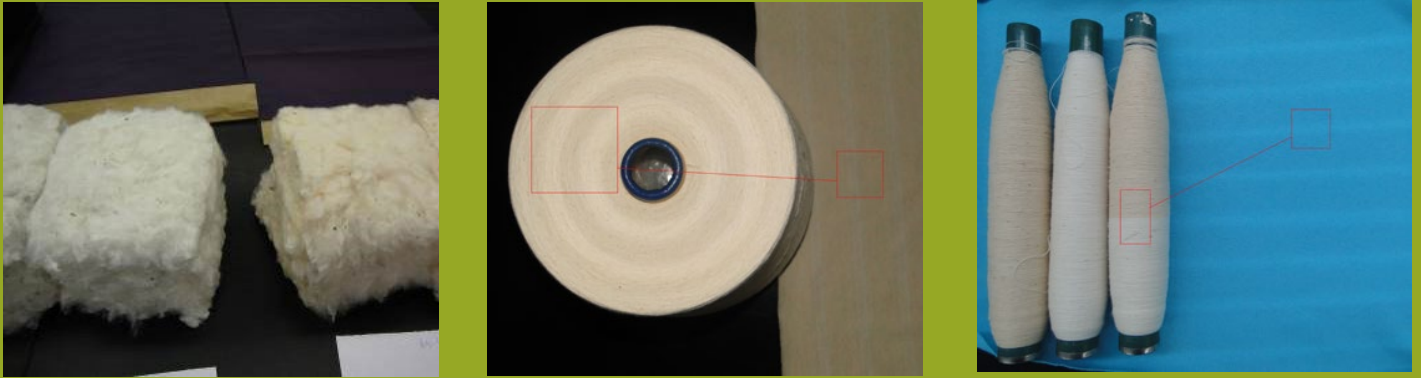


Figura 50 - Amostras de algodão, de fios e de tecidos de malha com variação de cor (fotos: J. J. de Lima)

físicos denominados de reflectância (Rd) e de amarelamento (+b), que são mensurados pelo colorímetro do instrumento Uster HVI, que determina através do diagrama de cor o CG dos algodões americanos Upland, Pima e seus equivalentes.

A *Figura 50* mostra amostras de algodão, de fios e de tecidos de malha com variação de cor.

7.7 Folha

Folha - A classificação da folha contida no algodão determinada pelo medidor de impurezas (*trashmeter*) dos instrumentos do tipo HVI mensura e estima o número de partículas de impurezas superficiais, o percentual da área ocupada pelas impurezas em relação à área do visor e grau de folha.

Número de partículas de impurezas superficiais (Count - Cnt) - Representa a quantidade em número de partículas de impurezas presentes na superfície do corpo de prova.

Porcentual da área ocupada pelas impurezas em relação à área do visor (% Area) - É o somatório das áreas cobertas pelas partículas de impurezas presentes na superfície do corpo de prova, expresso em percentual em relação à área do visor que pertence ao aparelho colorímetro e do medidor de impurezas dos instrumentos do tipo HVI.

Grau de folha ou grau de lixo (LG) - É o código obtido pela comparação dos corpos de prova com os padrões físicos universais.

A *Figura 51* mostra a vista de dois corpos de prova no visor do medidor de impurezas de um instrumento do tipo HVI, contendo diferentes número (Count - Cnt) e percentual de área (% Area) ocupada pelas partículas de impurezas.

Analisando os dois corpos de prova apresentados na *Figura 51*, verificam-se números diferentes de partículas de impurezas (Count - Cnt), sendo que o primeiro corpo de prova contendo o dobro do número de partículas mais uma partícula ($13 \times 2 + 1 = 27$) em relação ao segundo corpo de prova. O percentual de área (% Area) ocupada pelas partículas de impurezas do primeiro corpo de prova é de 0,38%, enquanto que o segundo corpo de prova apresenta 0,41%, sendo uma diferença entre os percentuais de área de 0,03%; sendo uma diferença não expressiva. Porém, ao avaliar os tamanhos das impurezas individualmente e em grupo, percebe-se que o primeiro corpo de prova possui número muito maior de impurezas e em menores tamanhos. Cabe ressaltar que extrair as partículas pequenas (pimentinhas) é mais difícil o fazer com as partículas maiores, pois são necessários processos de limpeza mais agressivos na preparação à fiação. Conseqüentemente, haverá maior índice de quebra das fibras, aumento do conteúdo de fibras curtas, redução da uniformidade do comprimento e formação de neps, o que acarreta em comprometimento da produção, da qualidade e aumento do custo dos diversos processos e produtos têxteis.

A *Figura 52* mostra os parâmetros referenciais de equivalência entre o grau de folha (*Leaf Grade* - LG) estabelecidos nas caixas dos padrões físicos

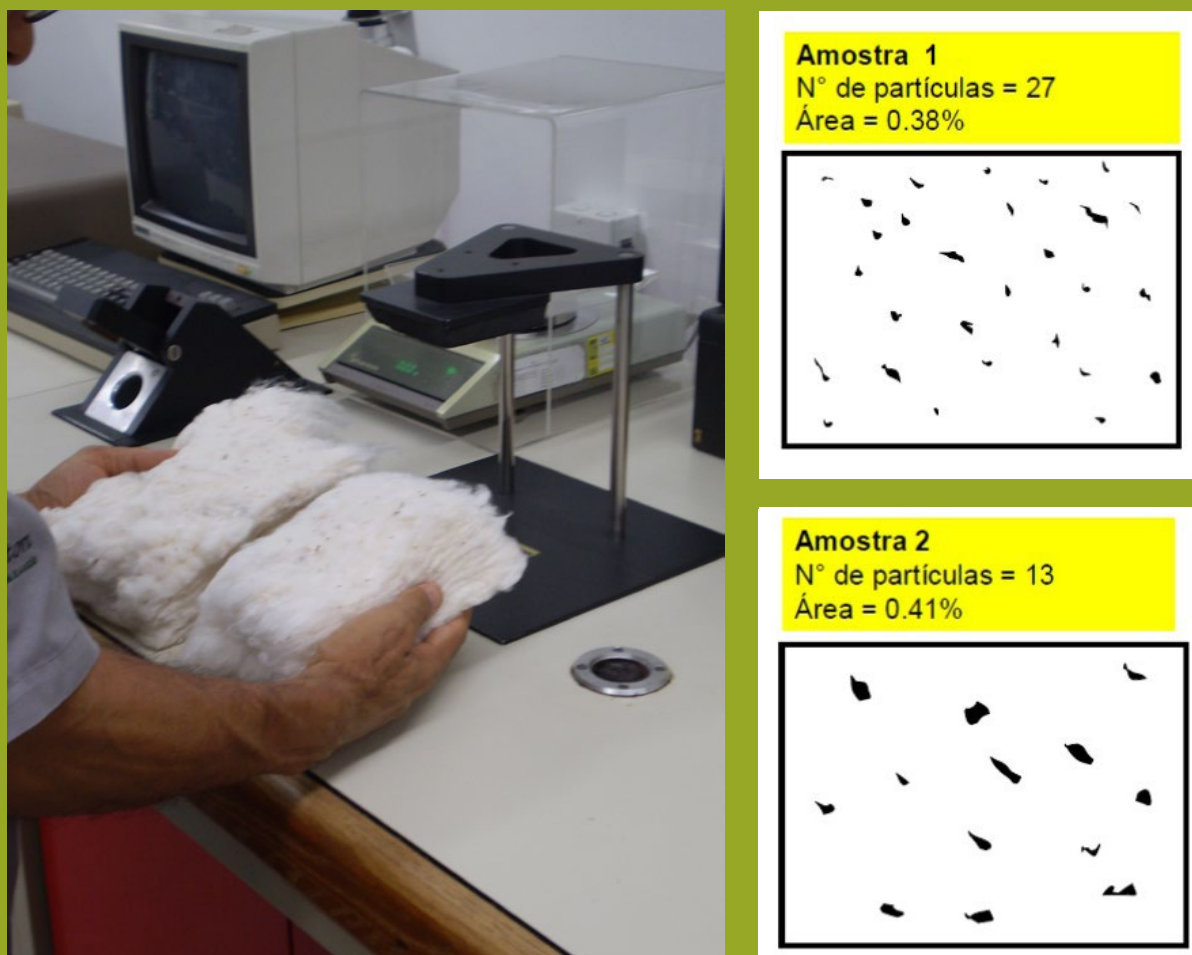


Figura 51 - Vista de dois corpos de prova no visor do medidor de impurezas de um instrumento do tipo HVI (Fonte: Uster Technologies – Fiber Symposium, 2008; fotos: J. J. de Lima)

Algodão em pluma equivalente ao algodão americano Upland de comprimento Curto e Médio	
Grau de Folha (L.G.)	% Area ocupada pelas partículas de impurezas
	<i>Dados da safra de 2001 USDA (média de quatro anos)</i>
1	0,00 - 0,17
2	0,18 - 0,27
3	0,28 - 0,43
4	0,44 - 0,62
5	0,63 - 0,86
6	0,87 - 1,13
7	1,14 - 1,41
8	1,42 - 5,00

Figura 52. Parâmetros referenciais da equivalência entre os padrões físicos universais do LG e o percentual de área (% Area) que as impurezas ocupam em relação a área do visor do medidor de impurezas dos instrumentos do tipo HVI (Fonte: Uster Technologies - Fiber Symposium, 2008)

universais do algodão Upland, que são utilizadas pelo classificador de algodão em pluma no processo da classificação visual/manual e os percentuais de área (% Area) ocupada pelas partículas de impurezas, que são analisados, mensurados e estimados pelo medidor de impurezas dos instrumentos do tipo HVI.

Analisando os dois corpos de prova apresentados na *Figura 47*, com os parâmetros referenciais de equivalência apresentados na *Figura 51*, conclui-se que os dois corpos de prova, apresentam 0,38% e 0,41%, consecutivamente, equivalem-se ao grau de folha 3 do padrão físico universal, mostrando a importância da análise conjunta dos três parâmetros relativos às impurezas, avaliados pelos instrumentos do tipo HVI, que são o número de partículas de impurezas superficiais (Count - Cnt), o percentual da área ocupada pelas impurezas em relação à área do visor (% Area) e o LG. Pois; como já dito, o algodão com partículas de impurezas maiores e em menor número será menos agredido durante o processo da preparação à fiação, visto que as impurezas desprendem-se da massa de fibras e precipitam-se por gravidade para os porões das máquinas. Vale ressaltar o jargão que diz que fio é fiado com fibras e não com grau de folha. Assim, com os parâmetros for-

necidos pelo instrumento do tipo HVI, o classificador de algodão terá subsídios para uma classificação mais correta.

Vale ressaltar que o método de mensuração do conteúdo dos materiais não fibrosos pelos instrumentos do tipo HVI é por análise da imagem superficial; assim, **não analisa o conteúdo de sujeira (trash)**, pó (*dust*) e micropó (*microdust*) na pluma. Há uma necessidade fundamental da indústria do algodão, e principalmente da têxtil, em analisar esses materiais não fibrosos, pois influenciam de forma negativa na saúde humana, na vida útil de alguns elementos das máquinas, como, por exemplo, dos rotores dos filatórios *open-end* e guarnições de dente de serra de vários órgãos de diversas máquinas e na produtividade de toda cadeia do algodão.

A *Figura 53* mostra o material fibroso, a sujeira, a poeira e o micropó, que foram separados de um corpo de prova de algodão em pluma, após ser processado por um aparelho de laboratório denominado de Shirley Analyser Trash Separator (*trashmeter*), de método gravimétrico.

A *Figura 54* mostra a classificação das partículas de impurezas contidas no algodão em relação ao seu tamanho pela Federação Internacional de Maquinaria Têxtil (ITMF - International Textile Manufacturers Federation).



Figura 53 O Shirley Analyser Trash Separator, o material fibroso, sujeira, poeira e micropó (fotos: J. J. de Lima)



Figura 54.
A classificação das partículas de impurezas contidas no algodão em relação ao seu tamanho (Fonte: ITMF)

Classificação	Tamanho
<i>Sujeiras (Trash)</i>	<i>Acima de 500µm</i>
<i>Poeira (Dust)</i>	<i>Acima de 50 a 500µm</i>
<i>Micropó (Microdust)</i>	<i>Acima de 15 a 50µm</i>
<i>Poeira respirável (Respirable dust)</i>	<i>De 0 a 15µm</i>

7.8 Índice de consistência da fição (SCI - Spinning Consistency Index)

O índice de consistência da fição (SCI) É o valor determinado por uma equação matemática de regressão múltipla, desenvolvida a partir dos inter-relacionamentos e das correlações entre as propriedades físicas das fibras e as correlações entre as propriedades físicas das fibras e dos fios têxteis.

O SCI é um cálculo para prever o poder de fiabilidade da fibra. Uma equação de regressão múltipla informa antecipadamente o potencial de fição; equação leva em consideração as propriedades físicas da fibra de algodão mensuradas e estimadas pelo instrumento Uster HVI para calcular o SCI. O índice pode ser utilizado para simplificar o sistema de categorização dos fardos de algodão no depósito. Quanto maior o valor do SCI, maior é o poder de fiabilidade

da fibra, que obterá fios mais resistentes; conseqüentemente, teremos índices de roturas menores ao longo do processo têxtil e produtos com melhor aparência, toque caimento dentre outros índices de qualidade, produção e custo.

A seguir, as equações utilizadas pelo instrumento HVI da Uster Technologies AG para estimar o valor do SCI. Sendo que a primeira equação leva em consideração a tenacidade (Str), o índice micronaire (Mic), o comprimento médio da metade superior (UHML), o índice de uniformidade do comprimento (%IU), o grau de refletância (%Rd) e o grau amarelamento (+b), enquanto que a segunda equação não utiliza os valores de refletância (% Rd) e grau de amarelamento (+b). Cabe ressaltar que essas equações podem sofrer alterações pelo fabricante do instrumento.

$$SCI = - 414,67 + 2,90 \text{ (Tenacidade)} - 9,32 \text{ (Micronaire)} + 49,17 \text{ (Comprimento em Polegadas)} + 4,74 \text{ (índice da uniformidade do comprimento)} + 0,65 \text{ (Reflectância)} + 0,36 \text{ (amarelamento)}$$

$$SCI = - 322,98 + 2,89 \text{ (Tenacidade)} - 9,02 \text{ (Micronaire)} + 43,53 \text{ (Comprimento em Polegadas)} + 4,29 \text{ (Índice da uniformidade do comprimento)}$$

Considerações

1. É fundamental saber qual equação gerou o valor do SCI, que está registrado em qualquer relatório de um instrumento do tipo HVI, a fim de não cometer enganos, visto que as equações acima apresentadas são as utilizadas atualmente pelos instrumentos Uster HVI.
2. As fiações podem utilizar o SCI para categorização, armazenagem e seleção das misturas entre fardos de algodão, com o objetivo de otimizar a logística, obter homogeneização, estabilização do processo de fiação e dos demais processos subsequentes. Atendendo, assim, melhores níveis de produção, qualidade e custo.
3. Acompanhar o conteúdo de materiais não fibrosos em paralelo com o SCI e demais parâmetros de produção, qualidade e custo, que exigem monitoramento nos processos têxteis. Visto que, o número de partículas de impurezas (Count - Cnt), o percentual de área ocupada pelas impurezas (% Area) e o LG não participam nas equações apresentadas. Pode ocorrer misturas de fardos apresentando SCI iguais e terem desempenho diferentes em um mesmo processo, sendo uma das causas a diferença do LG e a manutenção dos ajustes dos pontos de limpeza das máquinas.

Os parâmetros referenciais para o SCI são os apresentados pelas Estatísticas Mundiais (Uster Statistics) do fabricante do instrumento HVI, que também são parâmetros referenciais para as outras propriedades físicas da fibra de algodão mensuradas ou estimadas pelo mesmo instrumento, bem como para outros aparelhos da Uster Technologies para fibras e fios.

8. Propriedades físicas das fibras de algodão que não são mensuradas nem estimadas pelos instrumentos do tipo HVI

Ao realizar a classificação do algodão em pluma, devem-se ser consideradas outras propriedades físicas das fibras que também devem ser mensuradas, estimadas e avaliadas durante os processos que compõem a cadeia produtiva e consumidora do algodão. Os instrumentos do tipo HVI utilizados

para a classificação tecnológica para a comercialização ainda não mensuram e tampouco estimam neps, *seed coat neps*, materiais pegajosos, ataque de microrganismos e fluorescência, fatores todos que serão descritos a seguir.

8.1 Neps

São os emaranhados de fibras normalmente ocasionados por fibras imaturas ou por tratamento mecânico pelas máquinas de colheita, beneficiamento, abertura, mistura e limpeza (preparação à fiação).

Os neps que não se desfazem durante os processos subsequentes à colheita podem ser eliminados nos processos de cardagem e penteagem, pois estes possuem a finalidade de eliminar neps, fibras curtas e impurezas. Porém, máquinas mal reguladas, com guarnições danificadas, não compatíveis com a matéria-prima em processo, dentre outras causas, podem danificar as fibras em condições de fiabilidade e produzir neps, fibras curtas e resíduos, depreciando as propriedades físicas de fios e tecidos.

O conteúdo de neps no algodão geralmente é expresso em número de neps por unidade de massa, como, por exemplo, neps/grama (neps/g).

8.2 Seed coat neps or seed coat fragments (cometas)

São os fragmentos de semente de algodão com fibras. Normalmente, os cometas surgem com a quebra das sementes durante o processo de descaroçamento de serra do algodão em caroço. O conteúdo de cometas, *seed coat neps* (SCN) ou *seed coat fragments* (SCF) no algodão em pluma geralmente é expresso em número de cometas por unidade de massa, como por exemplo, SCN por grama (SCN/g).

Os parâmetros referenciais para o conteúdo de SCN/g deve ser estabelecido pela gerência da qualidade do processo de fiação.

Curiosidade

Os gráficos das estatísticas Uster relativos a neps/g e SCN/g mostram que os algodões de fibras longas e extralongas, equivalentes ao algodão americano Pima, apresentam menor quantidade de neps e SCN que os algodões de fibras curtas e médias, equivalentes ao algodão americano Upland, o que pode ser atribuído ao método de descaroçamento, visto que os algo-

dões de fibras curtas e médias são descaroados em descaroadores de serras, enquanto que os de fibras longas e extralongas são descaroados em descaroadores e rolo, que agriem e danificam menos as fibras e as sementes.

Deve-se ressaltar que neps e cometas, SCN ou SCF são avaliados durante a classificação visual/manual realizada pelo classificador de algodão em pluma.

8.3 Pegajosidade no algodão

O algodão pode apresentar pegajosidade por estar contaminado com açúcares entomológicos, excesso de agrotóxicos sobre as fibras e de cometas (SCN ou SFN) na massa de fibra, alto grau de fibras imaturas dentre outras contaminações e causas.

Os açúcares entomológicos são oriundos de insetos (pragas), sendo os mais comuns o pulgão-do-algodoeiro, a mosca-branca e a cochonilha, que atacam a lavoura de algodão, sugando a seiva das plantas e depositando sobre as fibras excrementos ricos em açúcares, denominados *honeydew*, que servem de alimento para microrganismos, como a fumagina, que prejudicam a qualidade das fibras e causam problemas nos processos de colheita, beneficiamento e fiação, com maiores consequências na fiação.

Os lotes de fardos de algodão em pluma que apresentam contaminação de *honeydew* estão sujeitos a deságio e/ou recusa pelo comprador no processo de comercialização, gerando prejuízos não somente ao vendedor/produzidor, mas para todos os elos da cadeia do algodão.

8.4 Fluorescência (ultravioleta - UV)

É o número de ondas de luz ultravioleta refletida pelo algodão e medida por uma fotocélula. A medição não apresenta unidade e mede um nível de ultravioleta (UV)

para comparação entre amostras de algodões. A fluorescência é fortemente afetada pelas condições meteorológicas na época da colheita do algodão e também se altera ao longo do tempo nos algodões armazenados por vários meses. Através da mensuração do índice de fluorescência dos raios UV identificam-se diversas irregularidades no algodão, como manchas, perda de celulose das paredes primária e secundária por ataque de microrganismos (efeito cavitoma), fibras imaturas e mortas, tipo do solo, região de cultivo e safra. Essas imperfeições impactam diretamente na resistência e na cor das fibras, que, por sua vez, afetam a produção, a qualidade e os custos dos processos.

O índice de fluorescência, em geral, é determinado por aparelhos de laboratório, como, por exemplo, o Uster Fibroglow, que determina um índice de fluorescência em uma escala de 0 a 100. Também é comum avaliar a fluorescência do algodão com luz UV, em de cabine de luz, na qual a avaliação é visual,consequentemente, subjetiva.

A falta de homogeneização das propriedades das matérias-primas intra e entrelotes, fardos, principalmente em termos de coloração, leva ao surgimento dos defeitos denominados de barramento, que, consequentemente, afetam a aparência dos tecidos planos e malhas acabados. Nesse sentido, são fundamentais a inspeção e o controle das misturas de tonalidades na aquisição das matérias-primas, ao longo do processo de fiação, nas bobinas de fios, ao longo do processo de tecelagem, e nas peças de tecidos. Para esses processos, utilizam-se cabines de luz UV; tais cabines devem ser instaladas em local apropriado, seguindo as recomendações dos fabricantes, das normas técnicas e das normas de higiene e segurança do trabalho.

9. Comercialização, ágios e deságios

Como já mencionado, a classificação do algodão em pluma é fundamental para todos que estão envolvidos com a cadeia, pois a classificação dá suporte para o agricultor/fornecedor e para a indústria/cliente conhecerem a qualidade do produto e, conseqüentemente, fazerem contratos de comercialização mais justos para as partes.

No mercado nacional e internacional, a cotação do algodão é realizada sobre as propriedades físicas das fibras, que são tidas como base para determinação do preço e pontuação de ágios (valorização) e deságios (desvalorização).

No mercado interno (nacional) a Bolsa Brasileira de Mercadorias (BBM) estabelece a pontuação dos ágios e deságios para saber sobre os valores atuais dos ágios e deságios do mercado nacional, faz-se necessário consultar a instituição, acessando seu site (<http://www.bbmnet.com.br>). Ágios e deságios da BBM são estabelecidos pela junta de corretores, composta por cinco corretores com cadeira na bolsa, cujo presidente é eleito com mandato de dois anos.

Para exportação, os ágios e deságios obedecem às regras do mercado internacional e são fornecidos pela Associação Nacional dos Exportadores de Algodão (Anea); para saber sobre os valores atuais dos ágios e deságios do mercado internacional, faz-se necessário consultar a associação, acessando seu site (<http://www.aneacotton.com.br>).

As Figuras 55 e 56 (páginas a seguir) mostram as tabelas de ágios e deságios da BBM, que foram

atualizadas em 31 de agosto de 2016, e as tabelas da Anea, modificadas em 10 de agosto de 2017*.

Podemos mencionar que, no mercado interno, o algodão de base para preço é aquele classificado com grau de cor 41 e grau de folha 4 (41-4 – Strict Low Middling (SLM) and Leaf Grade 4), que comumente é denominado de tipo 41-4. Os algodões com classificações melhores em grau de cor e/ou grau de folha recebem ágios (prêmios), e os com classificações piores recebem deságios (descontos). Então, fica claro que o algodão de cor branca é base para ágios e deságios e, sendo o algodão de cor ligeiramente creme, creme ou avermelhado receberá deságio em seu preço. O comprimento da fibra base é 1.3/32 (35/32) polegadas, ou seja, os algodões de fibras com maiores comprimentos recebem ágios e algodões de menores comprimentos recebem deságios e assim para outras propriedades.

Já no mercado de exportação, o algodão de base para preço é o algodão de grau de cor 31 e o grau de folha 4 (31-4 - Middling (M) and Leaf Grade = 4). Os algodões com classificações melhores em grau de cor e/ou grau de folha recebem ágios (prêmios) e os com classificações piores recebem deságios (descontos). A resistência da fibra base está na faixa de 27,0-29,9 gf/tex. Assim, os algodões de fibras com maiores resistência recebem ágios e os de menores resistências recebem deságios. O índice micronaire base está na faixa de 3,5-4,9, e as faixas de valores maiores ou menores recebem deságios. Para mais detalhes, consultar a BBM ou a Anea.

Figura 55. Tabela de ágios e deságios da BBM de 31 de agosto de 2016 (Fonte: BBM)

* Os sites da BBM e da Anea acima mencionados foram acessados em 29 de setembro de 2017

ATUALIZAÇÃO: 31/08/2016



Ágios e Deságios - Padrões Universais - Pontos em R\$ / lp

Tipos brancos (white grades)	Folha Tipo	1 & 2	3	4	5	6	7
Cor Boa Média (Good Middling)	11						
Cor Estritamente Média (Strict Middling)	21	550	450				
Cor Média (Middling)	31	450	400	350			
Cor Estritamente Abaixo da Média (Strict Low Middling)	41		150	Base	-100		
Cor Abaixo da Média (Low Middling)	51			-400	-450	-500	
Cor Estritamente Boa Comum (Strict Good Ordinary)	61				-750	-800	-1.000
Cor Boa Comum (Good Ordinary)	71					-1.400	-1.500
Abaixo de Padrão (Below Grade)	81					n	n

Cor (Color)	Base
1- Branco (White)	-300
2- Ligeiramente Creme (Light Spot)	-600
3- Creme (Spotted) (Todos os Tipos)	-1200
4- Avermelhado (Tinged)	-1200
5- Amarelado (Yellow Stained)	-1200

Fibra	Base
1"	-900
1.1/32	-700
1.1/16	-500
1.3/32	Base
1.1/8	300
1.5/32	450

Micronaire (Para cada micronaire (0,1) abaixo e/ou acima do garantido no contrato, os seguintes descontos)

Micron Valor Abaixo ou Acima do Garantido	Desconto (%)
0,1	0,5
0,2	1,0
0,3	2,0
0,4	3,0
0,5	4,0
0,6	5,0

Abaixo 0,7 + 3.0% para cada 0.1.

Resistência da Fibra

Intervalos de Resistência Abaixo do Mínimo Contratado:	Desconto (%)
0,1 a 1	1
1,1 a 2	2,5
2,1 a 3	4
3,1 a 4	6
4,1 a 5	8

e assim por diante: 2% para cada mais 1 gf / tex de intervalo.

ANEA

Agios Desagios (Premiums & Discounts)

Valores/ (Values): pontos/ (points) lb/ (US\$)

		Ago / 17						
Padrões Universais (Universal Standards)		Folha:						
		1 & 2	3	4	5	6	7	
TIPOS BRANCOS / (WHITE GRADES)								
Cor Boa Média / (Good Middling)		11	n	n	n	n	n	
Cor Estritamente Média / (Strict Middling)		21	150	n	n	n	n	
Cor Média / (Middling)		31	75	Base	n	n	n	
Cor Estritamente Abaixo da Média / (Strict Low Middling)		41	n	-125	-175	n	n	
Cor Abaixo da Média / (Low Middling)		51	n	-425	-475	-575	n	
Cor Estritamente Boa Comum / (Strict Good Ordinary)		61	n	-675	-725	-875	n	
Cor Boa Comum / (Good Ordinary)		71	n	n	n	n	n	
Abaixo do Padrão / (Below Grade)		81	n	n	n	n	n	

Cor / (Color)	< SLM	SLM	MID
1 – Branco (White)	0	0	0
2 – Ligeiramente Creme (Light Spot)	-100	-100	-150
3 – Creme (Spotted)	-400	-400	-500

Esta tabela se refere a algodão livre de talo, capim, caramelização e de boa preparação, não encarnado.
This table refers to cotton free of bark, grass, honeydew and of good preparation without spindle twist.

Micronaire	Resistencia / (Strength) g / tx
5.3 <	>21.0
5.0 / 5.2	21.0 / 22.9
3.5 / 4.9	23.0 / 24.9
3.3 / 3.4	25.0 / 26.9
3.0 / 3.2	27.0 / 29.9
2.7 / 2.9	30 / 31.9
2.5 / 2.6	>32
>2.4	n

Prêmio para ANEA 21 e 31	
31-4-35=	Base
31=	100
21=	200

Comprimento / (Staple)	
>1.1/8"	MID
1.3/32"	Base
1.1/16"	-350
1.1/32"	-500
1"	n

Figura 56. Tabela de ágios e deságios da Anea (Fonte: Anea)

* Os sites da BBM e da Anea acima mencionados foram acessados em 29 de setembro de 2017

A tabela da *Figura 57* mostra um exemplo da comparação dos valores determinados pela classificação tecnológica ou instrumental do lote de algodão com os valores básicos da Anea para ágio e deságio.

Comparação dos valores determinado pela classificação com os valores básicos da Anea			
Propriedade física da fibra	Valor da propriedade física da fibra determinado na classificação tecnológica	Valor base para ágio e deságio da Anea	Ganha ágio ou deságio
Grau de cor	Grau de cor = 11 (Good Middling - GM)	Grau de cor = 31 (Middling - M)	Ágio
Grau de folha	Grau de folha = 1 (Leaf grade - LG = 1)	Grau de folha = 4 (Leaf grade - LG = 4)	Ágio
Cor (Color)	Branco (White)	Branco (White)	Base
Comprimento	37/32 = 1.5/32 pol.	35/32 = 1.3/32 pol.	Ágio
Micronaire	MIC = 4,79	3.5 a 4.9	Base
Tenacidade	Strength = 32,7 gf/tex	27.0 a 29,9 gf/tex	Ágio
Nota: algodão livre de talo, capim, caramelização e de boa preparação, não encarneirado.			

Figura 57. Comparação dos valores determinados pela classificação tecnológica com os valores básicos da Anea (Fonte: J. J. de Lima)

Nota: 1 3/32 pol = 35/32 pol = 27,8 mm; e 1 5/32 pol = 37/32 pol = 29,2 mm

Grandezas, unidades, ágios e deságios utilizados na comercialização do algodão

Grandezas e suas unidades:

- US\$c/lp (centavos de dólar por libra-peso);
- R\$c/lp (centavos de real por libra-peso);
- R\$/lp (reais por libra-peso);
- R\$/kg (reais por quilograma);
- R\$/@ (reais por arroba).

Equivalência entre unidades:

- 1 libra-peso = 0,45359237 kg;
- 1 arroba = 14,69 kg ≈ 15 kg;
- 1 R\$ = 100 R\$c

Transformações entre unidades:

- De reais por libra peso para reais por quilo: $R\$/kg = R\$/lp \times 2,2046$
 Se: 1 lp (libra-peso) = 0,45359237 kg (quilo)
 Então: Quantas lp = 1 kg
 Logo:
 $1lp = 0,45359237 \text{ kg}$
 Quantas lp / 1 kg
 $\text{Quantas lp} \times 0,45359237 \text{ kg} = 1 \text{ lp} \times 1 \text{ kg}$
 $\text{Quantas lp} = (1 \text{ lp} \times 1 \text{ kg}) \div 0,45359237 \text{ kg}$
 $\text{Quantas lp} = (1 \times 1) \div 0,45359237$
 $\text{Quantas lp} = 2,2046230 = 2,2046$
- De reais por libra peso para reais por arroba: $R\$/@ = R\$/lp \times 33,0693$
 Se: 1 arroba = 14,69 kg (15) kg e 1 lp = 0,45359237 kg
 Então: Quantas lp = 1@ = 15 kg
 Logo:
 $1lp = 0,45359237 \text{ kg}$
 Quantas lp / 15 kg (1@)
 $\text{Quantas lp} \times 0,45359237 \text{ kg} = 1 \text{ lp} \times 15 \text{ kg}$
 $\text{Quantas lp} = 1 \text{ lp} \times 15 \text{ kg} \div 0,45359237 \text{ kg}$
 $\text{Quantas lp} = 1 \times 15 \div 0,45359237$
 $\text{Quantas lp} = 33,069344 = 33,0693$
- De reais por quilo para reais por arroba: $R\$/@ = R\$/Kg \times 15,00$.
 Visto que: 1 arroba (1@) = 14,69 kg \approx 15 kg
- De centavos de dólar por libra peso para reais por libra peso: $R\$/lp = U\$c \times \text{o valor da cotação cambial no momento da negociação}$.

Transformação dos pontos de ágios e deságios para reais:

- Valor do ágio e deságio em reais = Pontos de ágio ou deságio \div 10.000 pontos
- Formação do preço:

Quando ágio = (Valor do preço do algodão base em reais) + (Valor do ágio em reais)

Quando deságio = (Valor do preço do algodão base em reais) – (Valor do deságio em reais)

Sendo assim, o preço final será o resultado da soma relativa do valor do preço do algodão base em reais com os valores dos ágios e deságios em reais das propriedades físicas da fibra de algodão, que são pontuadas com ágios e deságios.

Nota: Vale ressaltar que o câmbio das unidades monetárias e a pontuação de ágio e deságio são variáveis, enquanto as equivalências entre as unidades da grandeza massa são constantes.

GLOSSÁRIO

Algumas definições relativas à padronização e à classificação dos produtos vegetais com base na legislação do Mapa.

Algodão: o produto originado das espécies *Gossypium herbaceum*, *Gossypium arboreum*, *Gossypium hirsutum* e *Gossypium barbadense*.

Algodão em caroço: o produto considerado maduro e fisiologicamente desenvolvido, oriundo do algodoeiro, que apresenta suas fibras aderidas ao caroço e que ainda não foi beneficiado.

Algodão em pluma: o produto resultante da operação de beneficiamento do algodão em caroço.

Algodão em pluma beneficiado em processo chamado de rolo: aquele usualmente utilizado em fibras de comprimento longo e extralongo.

Algodão em pluma beneficiado em processo chamado de serra: aquele usualmente utilizado em fibras de comprimento curto e médio.

Algodão encarneirado: as pequenas massas de fibras retorcidas entre si e com aparência de pequenos cordões.

Algodão enovelado: os pequenos novelos de fibras, em geral, de curto comprimento.

Características extrínsecas: Aquelas características físicas que não são inerentes (diretamente ligadas) aos produtos vegetais, seus subprodutos e resíduos de valor econômico, mas estão relacionadas a sua qualidade.

Características intrínsecas: Aquelas que são inerentes aos produtos vegetais, seus subprodutos e resíduos de valor econômico.

Classificação: Entende-se por classificação o ato de determinar as qualidades intrínsecas e extrínsecas de um produto vegetal, com base em padrões oficiais, físicos ou descritos, e que está sujeito à organização normativa, à supervisão técnica, ao controle e à fiscalização do Mapa. Os padrões oficiais de produtos vegetais, seus subprodutos e resíduos de valor econômico serão estabelecidos pelo Mapa.

Classificação do algodão em pluma: processo realizado sob a responsabilidade do classificador, composta de classificação tecnológica ou instrumental e classificação visual e manual.

Classificação tecnológica ou instrumental: a classificação do algodão em pluma realizada por meio de equipamento do tipo HVI.

Classificação visual e manual: a classificação do algodão em pluma realizada por classificador, tendo como base padrões físicos universais, levando em conta a cor das fibras, a presença de folhas que caracterizarão as impurezas, as contaminações de matérias estranhas e o modo de preparação (beneficiamento) do produto.

Classificador: pessoa física, devidamente habilitada e registrada no Mapa, responsável pela classificação dos produtos vegetais, seus subprodutos e resíduos de valor econômico.

Cometas (seed coat neps or seed coat fragments): os fragmentos de semente de algodão com fibras.

Conjunto de máquinas: as máquinas do processo de beneficiamento que alimentam uma prensa, a qual produz os fardos de algodão em pluma.

Fardo: o produto final oriundo da prensa de um conjunto de máquinas, embalado em tecido de algodão e identificado individualmente por um número, pronto para industrialização.

Padrão oficial de classificação (POC): conjunto de especificações de identidade e qualidade de produtos vegetais, seus subprodutos e resíduos de valor econômico, estabelecido pelo Mapa, podendo ser descritos ou físicos.

Naps: os emaranhados de fibras maiores que os neps.

Neps: os emaranhados de fibras normalmente ocasionados por fibras imaturas ou por tratamento mecânico pelas máquinas de descaroçamento.

Número do fardo: o código identificador do fardo, devendo ser único para cada conjunto de beneficiamento e para cada fardo, em cada safra.

Padronização: ato de definir as especificações de identidade e qualidade de produtos vegetais, seus subprodutos e resíduos de valor econômico, necessárias para a elaboração do padrão oficial de classificação.

Peso bruto do fardo: o peso aferido na usina após enfardamento, prensagem e embalagem.

Peso líquido do fardo: o peso bruto do fardo menos o peso da tara.

Profissional habilitado: pessoa física devidamente capacitada em curso de classificação de produtos vegetais, seus subprodutos e resíduos de valor econômico, homologado e supervisionado pelo Mapa.

Qualidade: conjunto de parâmetros ou características extrínsecas ou intrínsecas de um produto vegetal, seus subprodutos e resíduos de valor econômico, que permitam determinar as suas especificações qualitativas, mediante aspectos relativos à tolerância de defeitos, medida ou teor de fatores essenciais de composição, características sensoriais e fatores higiênico-sanitários e tecnológicos.

Resíduos de beneficiamento: entrelaçamento de fibras de algodão em mistura com caroços (sementes), línter, cascas, talos, brácteas ou outras matérias eliminadas no beneficiamento.

Resíduo de valor econômico: é o remanescente da utilização de produtos vegetais ou subprodutos e que possuem características de aproveitamento econômico.

Umidade: a quantidade de água existente na massa das amostras ou corpos de prova de algodão em relação a sua massa úmida ou sua massa seca, expressa em porcentagem.

Umidade padrão nas amostras e corpos de prova para ensaios (Moist dry - Mst dry%): percentual de água existente na massa das amostras ou dos corpos de prova de algodão em relação a sua massa seca e em equilíbrio com as condições padrões de temperatura e umidade relativa do ar do ambiente de condicionamento e ensaios.

Usina: um ou mais conjuntos de máquinas que especificamente efetua o processo de beneficiamento, transformando o algodão em caroço em algodão em pluma.

Safra: o ano de colheita do algodão.

Subproduto: é o que resulta do processamento, da industrialização ou do beneficiamento econômico de um produto vegetal.

Substâncias nocivas à saúde: substâncias ou agentes estranhos, de origem biológica, química ou física, que sejam nocivos à saúde, como os resíduos de produtos fitossanitários ou outros contaminantes, previstos em legislação específica, não sendo assim considerados aqueles cujo valor se verifica dentro dos limites máximos previstos.

Tara: somatório dos pesos de todos os elementos agregados ao fardo que não forem especificamente o algodão prensado dentro da embalagem, tais como do tecido de revestimento do fardo e das amarras.

Características da fibra

Comprimento de fibra (UHML): comprimento médio da metade superior (Upper Half Mean Length - UHML) ou comprimento médio dos 50% das fibras mais longas, expresso em polegadas com duas casas decimais ou em milímetros com uma casa decimal.

Índice de uniformidade do comprimento da fibra (%UI): relação entre o comprimento médio dos 100% das fibras (Mean length -ML) e o comprimento médio dos 50% das fibras mais longas (Upper Half Mean Length - UHML), expresso em porcentagem.

Índice de fibras curtas (%SFI): percentual de fibras menores que 0,5 pol ou 12,7 mm presentes nos corpos de prova.

Resistência específica ou tenacidade à rotura da fibra (Str - gf/tex): a força, em gramas, requerida para romper um feixe de fibras (barbas de fibras) de um tex.

Tex: a massa em gramas de mil metros de fibra.

Alongamento à rotura da fibra (% Elg): o quanto o feixe de fibras (barbas de fibras) cede no sentido longitudinal até o momento da rotura, expresso em porcentagem.

Grau de reflectância (%Rd): valor da luminosidade e da cor branca refletida pelas fibras de algodão, expresso em percentual, que corresponde à escala do eixo das ordenadas do diagrama de cores do colorímetro de Nickerson/Hunter, expresso em porcentagem.

Grau de amarelamento (+b): o valor que expressa o índice de amarelamento da luz refletida pelas fibras de algodão através de um filtro amarelo e que corresponde à escala do eixo das abscissas do diagrama de cores do Colorímetro de Nickerson/Hunter.

Grau de cor (CG): resultado do cruzamento dos valores do grau de Reflectância (%Rd) e do grau de Amarelamento (+b) determinado no diagrama de cores de Nickerson/Hunter, - o grau da cor para os algodões equivalentes ao algodão americano Upland é representado por um código numérico com três dígitos, sendo os dois primeiros relativos a um tipo de cor dos seus padrões físicos universais e o terceiro dígito representando um dos quadrantes localizados na área do diagrama de cores, - o grau de cor para os algodões equivalentes ao algodão americano Pima é representado por um código numérico de um dígito, que equivale a um tipo de cor dos seus padrões físicos universais.

Número de partículas de impurezas superficiais (Count - Cnt): quantidade em número de partículas de impurezas presentes na superfície do corpo de prova.

Porcentual da área ocupada pelas impurezas em relação à área do visor (% Área): somatório das áreas cobertas pelas partículas de impurezas presentes na superfície do corpo de prova, expresso em porcentual em relação à área do visor que pertence aos aparelhos colorímetro e medidor de impurezas.

Grau de folha ou grau de lixo: código (LG) obtido pela comparação dos corpos de prova com os padrões físicos universais.

Micronaire da fibra (Mic): índice determinado pelo complexo finura/maturidade da fibra.

Índice de maturidade (Mat): grau de espessura das camadas de celulose que constituem a parede secundária das fibras que formam os corpos de prova.

Índice de consistência da fição (SCI): valor determinado por uma equação matemática de regressão múltipla, desenvolvida a partir de inter-relacionamentos e correlações entre as propriedades físicas das fibras e as correlações entre as propriedades físicas das fibras e dos fios têxteis.

Aparas: partes de amostras ou amostras inteiras de algodão em pluma, depois de descartadas.

Nota: para mais conhecimentos, consultar a norma técnica ASTM D5867-12 Standard Test Methods for Measurement of Physical Properties of Raw Cotton by Cotton Classification Instruments.

LITERATURA CONSULTADA

Norma Técnica ASTM D1441 (Standard Practice for Sample Cotton Fiber for Testing).

Norma Técnica ASTM D2495 (Standard Test Method for Moisture in Cotton by Oven Drying).

Norma Técnica ASTM D1909 (Standard Table of Commercial Moisture Regains for Textile Fibers).

Norma Técnica ABNT NBR ISO 139/2008 (Têxteis - Atmosferas - Padrão para condicionamento para condicionamento e ensaio).

Norma Técnica ABNT NBR ISO/IEC 17025/2005 (Requisitos Gerais para Capacitação de laboratórios de Análises e Calibração - General Requirements for the Competence of Calibration Laboratories).

Norma Técnica International Standard ISO 4911 (Textiles - Cotton fibres _ Equipment and artificial lighting for cotton classing rooms).

Norma Técnica ASTM D1684-07 (Standard Practice for Lighting Cotton Classing Rooms for Color Grading).

Norma Técnica ASTM D1776 (Standard Practice for Conditioning and Testing Textiles).

Norma Técnica ASTM D5867 (Standard Test Methods for Measurement of Physical Properties of Cotton Fibers by High Volume Instruments).

Norma Técnica ASTM D7410 (Standard Practice for Cotton Classification Instruments of Cotton Marketing).

Norma Técnica BS4194 (Recommendations on the requirements and testing of controlled atmosphere).

Lei Federal nº **9.972**, de 25 de maio de 2000, que Institui a classificação de produtos vegetais, subprodutos e resíduos de valor econômico, e dá outras providências.

Decreto Federal nº **6.268**, de 22 de novembro de 2007, que regulamenta a Lei n.º **9.972**, de 25 de maio de 2000, que institui a classificação de produtos vegetais, seus subprodutos e resíduos de valor econômico e dá outras providências.

Portaria Mapa nº **381**, de 28 de maio de 2009, que estabelece os critérios e os procedimentos técnicos para a elaboração, aplicação, monitoramento e revisão do padrão oficial de classificação de produtos vegetais, seus subprodutos e resíduos de valor econômico, e aprova o modelo de estrutura do regulamento técnico que define o referido padrão, na forma desta Portaria e seu respectivo Anexo.

Instrução Normativa Mapa nº **24**, de 14 de julho de 2016, que estabelece o Regulamento Técnico do Algodão em Pluma, que entrou em vigor em 01 de março de 2017 e revogou a Instrução Normativa nº **63**, de 5 de dezembro de 2002, que entrou em vigor a partir de 5 de janeiro de 2003.

Instrução Normativa Mapa nº **63**, de 5 de dezembro de 2002, que aprova o Regulamento técnico de Identidade e de Qualidade para a Classificação do Algodão em Pluma. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 6 dez. 2002. Seção 1, p. 6 – 8.

Portaria Mapa nº **55**, de 09 de fevereiro de 1990, que aprova a norma anexa à presente Portaria, assinada pelo Presidente da Comissão Técnica e Padrões, a ser observada na Padronização, Classificação, Embalagem e Apresentação do Algodão em Pluma, Algodão em Caroço, Subprodutos e Resíduos de Valor Econômico do Algodão. Esta Portaria foi revogada parcialmente pela Instrução Normativa n.º **63**, de 05/12/2002.

Instrução Normativa Mapa nº **46**, de 29 de outubro de 2009, que estabelece o Regulamento Técnico dos cursos de capacitação e qualificação de classificadores de produtos de origem vegetal, subprodutos e resíduos de valor econômico.

Instrução Normativa Mapa nº **54**, de 24 de novembro de 2011, que aprovar os requisitos, critérios e prazos para autorizar por meio de credenciamento as pessoas jurídicas de direito público ou privado a prestar ou executar serviços de classificação de produtos vegetais, seus subprodutos e resíduos de valor econômico, com base nos Padrões Oficiais de Classificação, na forma desta Instrução Normativa.

Instrução Normativa Mapa nº **30**, de 23 de setembro de 2015, Altera a Instrução Normativa Mapa nº 54 de 2011, que aprova os requisitos, critérios e prazos para autorizar por meio de credenciamento as pessoas jurídicas de direito público ou privado a prestar ou executar serviços de classificação de produtos vegetais, seus subprodutos e resíduos de valor econômico, com base nos Padrões Oficiais de Classificação, na forma desta Instrução Normativa.

Instrução Normativa Mapa nº **8**, de 22 de abril de 2014, que estabelece os requisitos e critérios para a utilização do documento de classificação de produtos vegetais seus subprodutos e resíduos de valor econômico, bem como as informações mínimas obrigatórias que nele devem consultar.

Instrução Normativa Mapa nº **6**, de 16 de maio de 2001, que dispõe sobre a arbitragem da classificação de produtos vegetais, seus subprodutos e resíduos de valor econômico.

APPLICATION REPORT – Physical properties of spun yarns – STANDARDS FROM FIBER FABRIC – RICHARD FURTER – June 2004 / 3 Edition 3 : June 2009 – SE 586

COMISSÃO INTERNACIONAL DOS PADRÕES UNIVERSAIS. **Procedimentos para os testes de HVI S.1.:** Comissão Internacional dos padrões Universais., S.d.11p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Curso de controle de qualidade de fibras têxteis: fibras de algodão.** São Paulo: IPT, 1988. 28 p.

LEVIN, Jack. **Estatística aplicada a ciências humanas.** 2.ed. São Paulo: Harbra, 1985. 392 p.

Manual para a Padronização da Classificação Instrumental do Algodão do Programa “Standard Brasil HVI” do Instituto Brasileiro do Algodão (IBA) e da Associação Brasileira dos produtores de Algodão (Abrapa).

PAYET L., GOURLOT J-P. Rapport “D1.3. Development of a list of requirements and basic principle drawings for a simple and efficient integrated climate control system”, Project CFC/ICAC/33, 2010. 23p.

Resolução Anvisa nº 09/2003 e Portaria MS nº 3.523/98.

USDA AMS Agricultural Handbook 566: The Classification of Cotton – 2001.

USTER. Uster evenness Testing: Application Handbook. Switzerland.1986.

USTER Technologies AG. Managing a spinning mil with quality in mind. USTER News Bulletin, n. 50, Dezembro de 2014.

USTER TECHNOLOGIES – FIBER SYMPOSIUM – Simpósio de Fibra de Algodão - Brasil – Maio de 2008.

USTER TECHNOLOGIES – FIBER SYMPOSIUM – USTER * HVI 1000 – Para Seleção e Gerenciamento da Fibra de Algodão – Brasil – Maio de 2008.

USTER TECHNOLOGIES – FIBER SYMPOSIUM – USTER * AFIS PRO 2 - Para Otimização e Controle de Processo da Fibra de Algodão – Brasil – Maio de 2008.

USTER Technologies AG. USTER HVI 1000 – Application Handbook: Fiber bundle testing of cotton. Switzerland. 2008.

USTER. USTER HVI 1000 – Application Handbook – Fiber bundle testing of cotton. 2002.

ZELLWEGER, USTER. Uster Spinlab – HVI 900: modul 109. Zellweger, 1991. 1v.



**Edson
MIZOGUCHI**
Abrapa

Os laboratórios de classificação HVI no Brasil

O crescimento da cotonicultura no Centro-Oeste brasileiro, verificado a partir do final dos anos 1990, demandou a criação de estruturas para classificação da fibra produzida no Cerrado. Assim, nos estados em que a atividade se estabeleceu com mais intensidade, diversos laboratórios de análise instrumental, manual e visual foram implantados. Resultado de investimento da iniciativa privada e mesmo de associações de produtores, cada uma dessas estruturas funcionava segundo seus próprios critérios, sem que houvesse um parâmetro que normatizasse processos e referendasse resultados.

Essa falta de diretrizes únicas acarretou impasses, contendas e perda de credibilidade dos laudos emitidos pelos laboratórios, tanto no mercado interno como no exterior, maculando, em última instância, a imagem do algodão brasileiro. A classificação do algodão em pluma divide-se em tecnológica, ou instrumental, e visual e manual, e obedece à Instrução Normativa Mapa nº 24 (IN24), de 14 de julho de 2016. Ela foi aprovada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) para definir as características de identidade e de qualidade para fins de classificação do algodão em pluma.

O descrédito nos resultados aferidos pelos laboratórios que classificavam o algodão brasileiro era uma preocupação da Associação Brasileira dos Produtores de Algodão (Abrapa), da mesma forma como sempre o fora a qualidade, sobretudo, a partir de 2008. Um episódio ocorrido no âmbito da International Cotton Association (ICA), durante as atividades na

sala de reuniões da Abrapa no ICA, na safra 2009/2010, reforçou ainda mais a necessidade de uma tomada rápida de atitude para mudar a situação. Na ocasião, compradores internacionais alegaram que a qualidade do algodão vendido e exportado pelo Brasil não correspondia à que estava sendo entregue.

Taçaram-se, a partir daí, as bases do programa Standard Brasil HVI (SBRHVI), uma iniciativa da Abrapa que tem por objetivo a criação de um sistema brasileiro de qualidade unívoco, inviolável, inquestionável e reconhecido internacionalmente.

O SBRHVI trabalha para conscientização, orientação e formação de uma rede de laboratórios, com instrumentos e procedimentos padronizados de análise e classificação da fibra, de forma a garantir resultados iguais em ensaios realizados por diferentes centros com as mesmas amostras. Seu arcabouço é formado por três pilares que detalharemos adiante.

Em 2012, a Abrapa visitou os laboratórios de análise de algodão de todo o país para diagnosticar a situação. A seguir, disponibilizou, para todos eles o “Manual para a Padronização da Classificação Instrumental do Algodão”, uma tradução fiel do original, publicado pelo ICAC e pelo ITMF, com o propósito de dar as diretrizes para a instalação ou melhoria de laboratórios, em relação ao ambiente físico e aos sistemas como os de energia, ar comprimido, climatização, bem como sobre sua operação. Além disso, a Abrapa orientou os laboratórios a aplicar e a participar do Round Test of Task Force for Commercial Standardization of Instruments Testing of Cotton.

1. O programa SBRHVI

O Standard Brasil HVI (SBRHVI) é o programa cujo objetivo garantir o resultado de origem e, conseqüentemente, dar credibilidade e transparência aos resultados de análise de HVI realizados pelos laboratórios de classificação instrumental que operam no Brasil e atendem os produtores de algodão. Sua elaboração contou com a consultoria do Bremen Fibre Institute (Fibre) e tomou

o programa americano de qualidade, do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) como modelo de referência.

Diferentemente do que acontece nos EUA, o governo brasileiro não tem condições de fazer esse trabalho. Ciente da importância desse passo, a Abrapa chamou para si a responsabilidade.

O Programa SBRHVI está estruturado em três pilares:



Primeiro Pilar Centro Brasileiro de Referência em Análise de Algodão (CBRA)

O Centro Brasileiro de Referência em Análise de Algodão (CBRA) foi inaugurado em 6 de dezembro de 2016, em Brasília, e tem como propósito realizar ensaios de algodão e programas para garantir a credibilidade dos laboratórios brasileiros que aderirem ao programa SBRHVI.

O CBRA está equipado com duas máquinas de análise instrumental de algodão. Suas salas de análise são isoladas termicamente, contando com sistema de controle de temperatura e umidade

para atender às normas nacionais e internacionais.

O centro desenvolve os seguintes programas:

1. Programa Algodão CBRA de Checagem;
2. Programa Algodão de Reteste;
3. Programa Algodão Brasileiro de Verificação Interna; e
4. Programa Interlaboratorial Brasileiro

A fim de garantir a credibilidade, em qualquer mercado, dentro ou fora do país, o CBRA está se preparando para a certificação ICA Bremen e implantando um sistema de gestão de qualidade baseado na NBR ISO IEC 17025.



Localização:

*Edifício Abrapa
Centro Brasileiro de Referência em Análise de Algodão (CBRA), tér-reo
Setor Industrial Bernardo Sayão
Quadra 1, Conjunto B, Lote 2
CEP 71736-102
Brasília/DF*

**Segundo Pilar
Banco de dados de qualidade**

O segundo pilar do programa SBRH-VI trata da integração dos sistemas:

- SAI (Sistema Abrapa de Identificação);
- SINDA (Sistema Nacional de Dados de Algodão); e
- ABR (Algodão Brasileiro Responsável)

A integração dos sistemas com o Sistema SBRHVI permite a rastreabilidade dos fardos de algodão, desde a identificação do produtor até a qualidade do algodão, com a máxima transparência. Essa rastreabilidade é possível através do sistema Abrapa de Identificação (SAI) via portal da Abrapa, mediante a identificação do código de barras do fardo (*veja figura na próxima página*).

Os convites são enviados através do sistema, e todos são chamados a participar por meio de adesão.

Após realizar a adesão, os participantes (laboratórios, associações estaduais, produtores, comerciantes e tradings) terão acesso, por meio de login e senha.

Produtor, comerciante e trading poderão formar lotes.

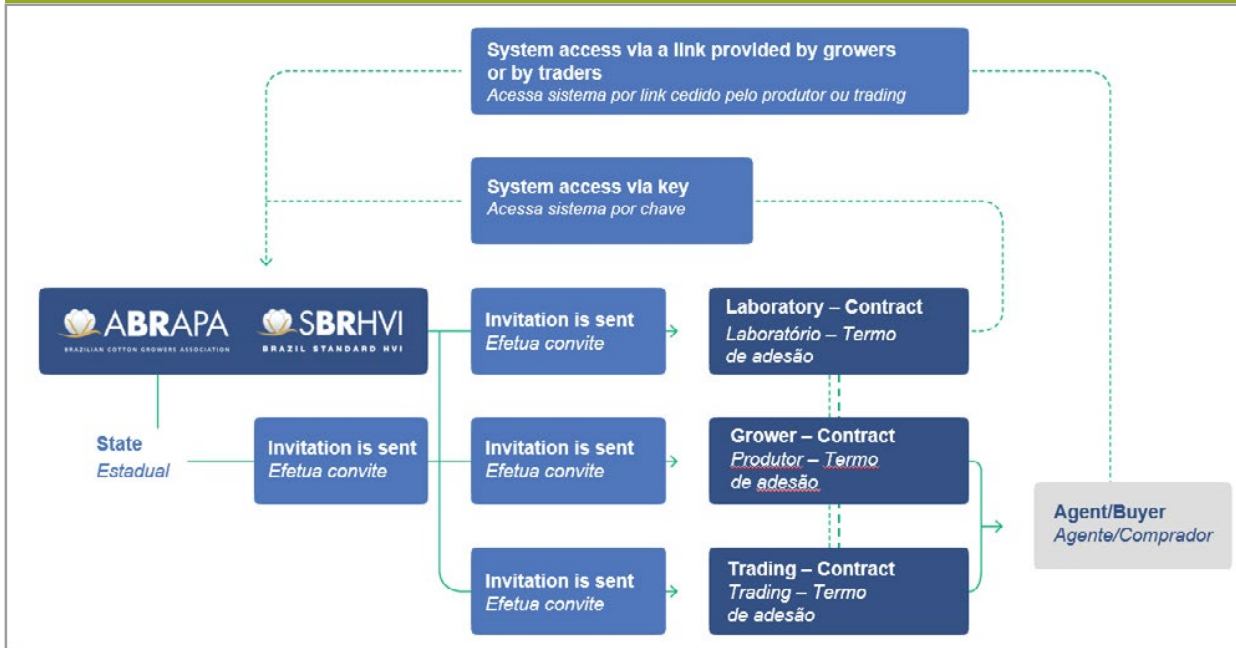
Também é possível a publicação das características intrínsecas e extrínsecas do algodão brasileiro.

**Terceiro Pilar
Orientação aos laboratórios**

O terceiro pilar consiste em:

- Visita técnicas aos laboratórios;
- Atualização permanente do manual para a padronização da classificação instrumental do algodão;
- Treinamentos; e
- Feedbacks diários da confiabilidade das análises, através do sistema SBRHVI, que está integrado com os laboratórios.

Toda a cadeia de produção do algodão — produtores, associações, laboratórios, tradings e comerciantes — estará integrada.



2. Os programas desenvolvidos no CBRA

2.1 Programa algodão de checagem

Consiste em:

- O CBRA prepara amostras no padrão internacional e as envia para os laboratórios participantes no padrão nacional;
- Os laboratórios inserem o algodão de checagem a cada duzentas amostras comerciais analisadas;
- Os laboratórios recebem o feedback assim que validam os resultados da análise.

Fluxo do processo de checagem



Essas amostras preparadas pelo CBRA são de algodão brasileiro validado estatisticamente em dois equipamentos instrumentais do tipo HVI. O resultado, após validado, alimenta o sistema SBRHVI.

O laboratório participante do programa recebe essas amostras de checagem (amostra de referência) e faz o ensaio. O resultado será confrontado com o CBRA para as características

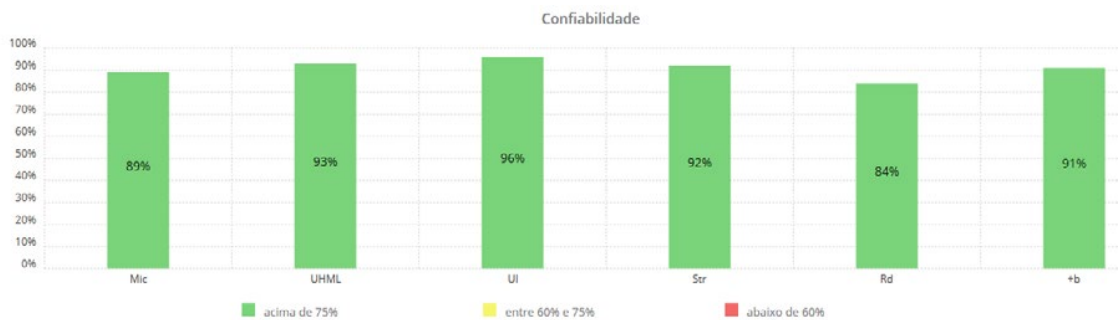
micronaire, comprimento, resistência, uniformidade, grau de reflexão e grau de amarelamento.

O resultado dessa checagem determina o índice de confiabilidade para cada máquina do respectivo laboratório. Para estabelecermos os critérios de tolerância para a checagem, foram desenvolvidos modelos estatísticos; contou-se com uma assessoria estatística e com a consultoria do Fibre.

Tabela de tolerâncias para checagem na safra 2016/2017

Tolerâncias adotadas para checagem no primeiro ano safra-piloto	
Micronaire	0,13
Comprimento	0,6 mm
Uniformidade	1,2%
Resistência	1,6 g/tex
Grau de reflexão (Rd)	1,0
Grau de amarelamento (+b):	0,5

Índice de confiabilidade da safra-piloto 2016/2017



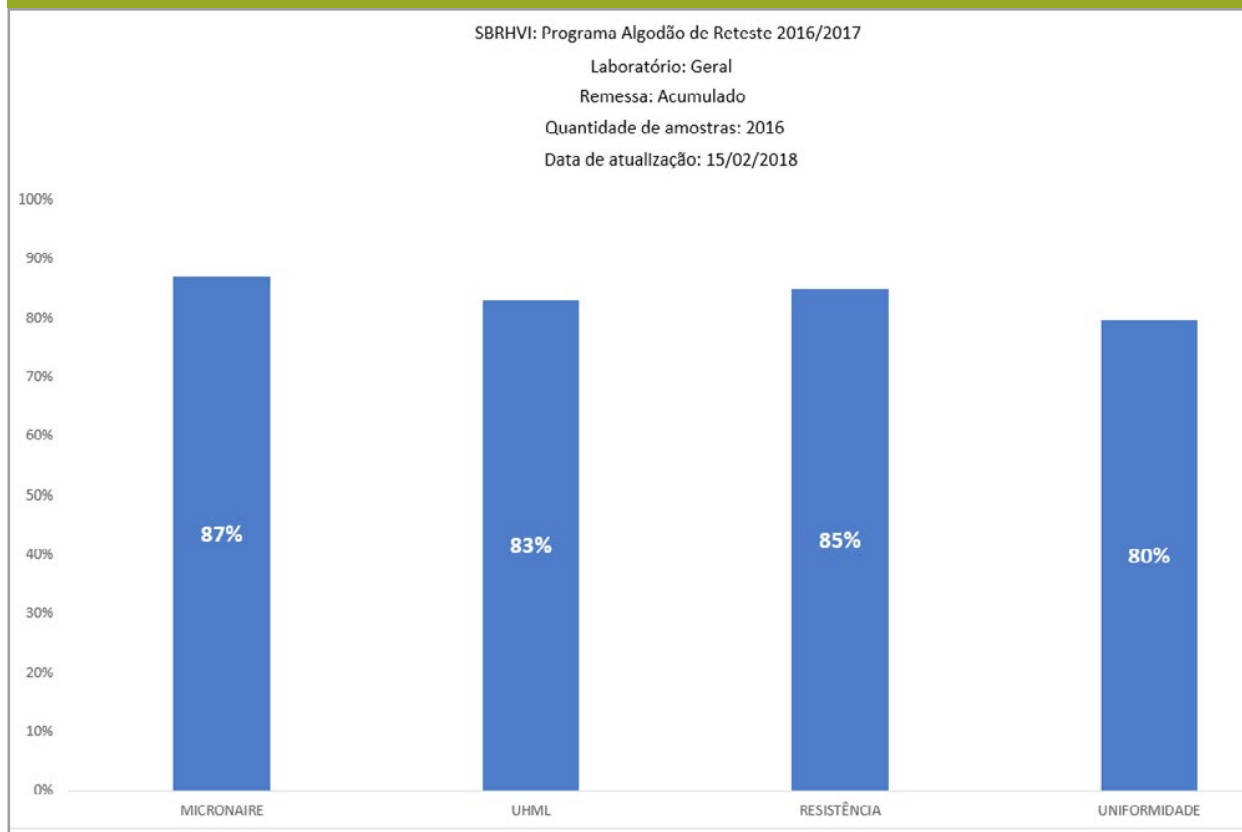
2.2 Programa algodão de reteste

O programa algodão de reteste consiste na análise aleatória das amostras do produtor, que foram classificadas inicialmente pelo laboratório de origem. O Sistema SBRHVI, integrado com o do laboratório, solicitará que sejam separadas diariamente amostras do produtor, a serem encaminhadas para reteste no CBRA.

Em virtude do tamanho da amostra, e para garantir confiabilidade do processo, o CBRA realizará somente as análises das características micronaire, comprimento, resistência e uniformidade. Cor (Rd e +b) não fará parte do reteste.

As amostras são retestadas no CBRA em duas máquinas. Para garantir a confiabilidade dos resultados, foram utilizados métodos estatísticos de validação.

Resultado do programa Reteste *Safra-piloto* 2016/2017



2.3 Programa algodão de verificação interna

O CBRA produz amostras de algodão brasileiro para os laboratórios utilizarem em sua verificação interna, conforme recomendação do programa de certificação de laboratório ICA Bremen.

Além da calibração obrigatória, feita com o

algodão-padrão USDA, os laboratórios podem realizar verificações intermediárias, com uma referência nacional.

Para que o algodão possa ser utilizado como um algodão de verificação, ele deve obedecer aos seguintes critérios:

Desvio-padrão para algodão de verificação interna	
<i>Comprimento</i>	< 0,36 mm
<i>Resistência</i>	< 1 g/tex
<i>Uniformidade</i>	< 1,0%
<i>Micronaire</i>	< 0,1
<i>Rd</i>	< 0,7
<i>+b</i>	< 0,3

Obs.: Se os desvios ultrapassarem esses valores, o algodão não pode ser utilizado para verificação interna.

Exemplo de dados do algodão de verificação interna CBRA com base nos critérios do programa de certificação ICA Bremen

CARACTERÍSTICAS	VALOR DO ALGODÃO DE VERIFICAÇÃO	DESVIOS (limites)	LIMITES	
			-	+
Comprimento (UHML)	27,13	0,020 polegadas /0,508mm	26,622	27,638
Uniformidade (%UI)	80,05	1	79,05	81,05
Resistência (g/tex)	27,14	1,5	25,64	28,64
Micronaire (índice)	3,22	0,1	3,12	3,32
Rd	81,88	1	80,88	82,88
+b	9,72	0,5	9,22	10,22
SFI	13,15	Valor de teste		
Area %	0,18	0,10 % (valor de teste)	0,08	0,28
Count	18,94	5 (valor de teste)	13,94	23,94

2.4 Programa Interlaboratorial Brasileiro

O Programa Interlaboratorial Brasileiro é mais uma ferramenta para garantir a conformidade do laboratório. O CBRA prepara amostras de algodão brasileiro e envia a todos os participantes do SBRHVI. São encaminhados 500 g para cada duas máquinas; são convidados a participar do programa o Instituto Têxtil do Senai de Blumenau e o Fibre.

A metodologia adotada é baseada no Round Test promovido pela Força Tarefa do CSITC e leva em conta as seis características: micronaire, resistência, comprimento (UHML), uniformidade, reflectância de cor e grau de amarelecimento (+b).

São duas rodadas, uma no início e outra durante a safra.

Testes de proficiência são um aspecto essencial de práticas de laboratório em todas as áreas de ensaio, calibração e inspeção. Esses programas variam de acordo com a necessidade da área de atuação em que são aplicados.

Os programas interlaboratoriais aparecem, nesse contexto, com a participação de todos os equipamentos de análise, visando medir a qualidade dos resultados emitidos a partir de amostras devidamente preparadas.

O Programa Interlaboratorial Brasi-

leiro faz parte das atividades realizadas pelo CBRA (primeiro pilar) do SBRHVI e contou com a participação de quinze laboratórios e cinquenta equipamentos de análise instrumental de algodão. Ele segue o modelo de participações simultâneas (NBR ISO/IEC 17043:2011), que permite aos laboratórios participantes uma avaliação individual de cada instrumento. Os resultados e o *ranking* do programa indicam como cada instrumento está em relação aos demais participantes.

Em sua estrutura, o programa utiliza o teste de Grubbs (valor crítico para 5%) para eliminar valores extremos dos dados extraídos com os ensaios realizados pelos instrumentos de análise e garantir um valor de referência mais confiável.

$$Z = \frac{|x_i - \bar{x}|}{s} < Z_{\text{crítico}}$$

Segundo dados divulgados no *workshop* de boas práticas de laboratório realizado na Abrapa em 2017, é recomendável que a nota da avaliação de desempenho do equipamento fique abaixo da média de todos os equipamentos, preferencialmente abaixo da mediana.

Para equipamentos que estejam acima da média do índice geral, recomenda-se tomar medidas (corretivas e/ou preventivas) para avaliar a situação deste com relação à confiabilidade de suas medidas.

Os ensaios exigem a utilização dos procedimentos adotados pelo CBRA. Isso não necessariamente reflete no desempenho de um laboratório nem representa os testes realizados diariamente pelos participantes.

Resultados do 1º Programa Interlaboratorial Brasileiro							
Dados	GERAL	Micronaire	Comprimento (UHML)	Uniformidade (UI)	Resistência (g/tex)	Grau de reflexão (Rd)	Grau de amarelamento (+b)
Média geral	0,53	0,3414	0,3414	0,5295	0,4813	0,4498	0,5320
Mediana	0,44	0,2283	0,2283	0,3450	0,3285	0,4000	0,4151
Melhor valor	0,19	0,0052	0,0052	0,0146	0,0307	0,0129	0,0036
Pior valor	1,15	1,3386	1,3386	1,9554	1,9115	2,0694	1,7964

Além do Programa Interlaboratorial Brasileiro, todos os laboratórios participam do round test internacional promovido pelo CSITC (força-tarefa do ICAC para a Padronização Comercial da Análise Instrumental de Algodão). Essas rodadas são importantes, pois garantem que todos os equipamentos que realizam ensaios durante a safra estão em conformidade.

Abaixo, os resultados da terceira e da quarta rodadas do round test do CSITC de 2016, a terceira rodada de 2017, além do comparativo de desempenho dos equipamentos brasileiros. O Brasil participou com 46 equipamentos.

Resultados de Round Test do CSITC						
Round Trial	2016-3	2016-3	2016-4	2016-4	2017-3	2017-3
	Brazil	Worldwide	Brazil	Worldwide	Brazil	Worldwide
Number of Instruments	35	148	33	140	46	155
Median Evaluation	0.38	0.36	0.35	0.35	0.38	0.39
Best Evaluation	0.21	0.15	0.19	0.15	0.16	0.14
Worst Evaluation	0.79	2.03	0.92	2.78	0.91	2.79
Top 25% Evaluation		0.27		0.27		0.29
Top 75% Evaluation		0.50		0.56		0.48

3. Estrutura do CBRA

O CBRA foi concebido para atender às melhores práticas de análise de algodão instrumental. As salas são isoladas termicamente, possuem portas de acesso com intertravamento, sensores e painéis para controle e monitoramento de temperatura e umidade do ambiente das salas de HVI e da sala de acondicionamento ativo. A umidade do algodão é determinada por meio de aparelho de

precisão, assim como os sensores das salas. O laboratório possui grupo gerador com capacidade de 180 kVA, e micro usina solar fotovoltaica com 260 placas distribuídas em três inversores, com capacidade de 25 kW cada. As duas máquinas de HVI são do tipo Uster 1000; também possui compressor de parafuso com filtros para atender 125 PSI de ar limpo e isento de impurezas. Cada equipamento conta com estabilizador *no break* de 3 mil VA.

Sala de preparação do CBRA:

Preparação de amostras de checagem



Preparação de malas para envio



Sala de acondicionamento ativo:



Esteira de
acondicionamento
- Condicionamento
ativo

Sala de HVI e condicionamento passivo:



Sala HVI (acima)
e área de
condicionamento
passivo (abaixo)



Painel de monitoramento

Monitoramento contínuo da temperatura e da umidade das salas climatizadas:



Material para calibração dos equipamentos:

Algodão de calibração em cestos para acondicionamento, amostras de algodão de calibração com validade e placas de cor e trash



A calibração consiste em algodão de calibração do comprimento, da resistência e da uniformidade, material para calibração do micronaire, da cor e do *trash* (impurezas).

Equipamentos de precisão para medir a umidade do algodão



Aparelho de medição de umidade do algodão

Equipamento de precisão para verificação dos sensores de temperatura e umidade:



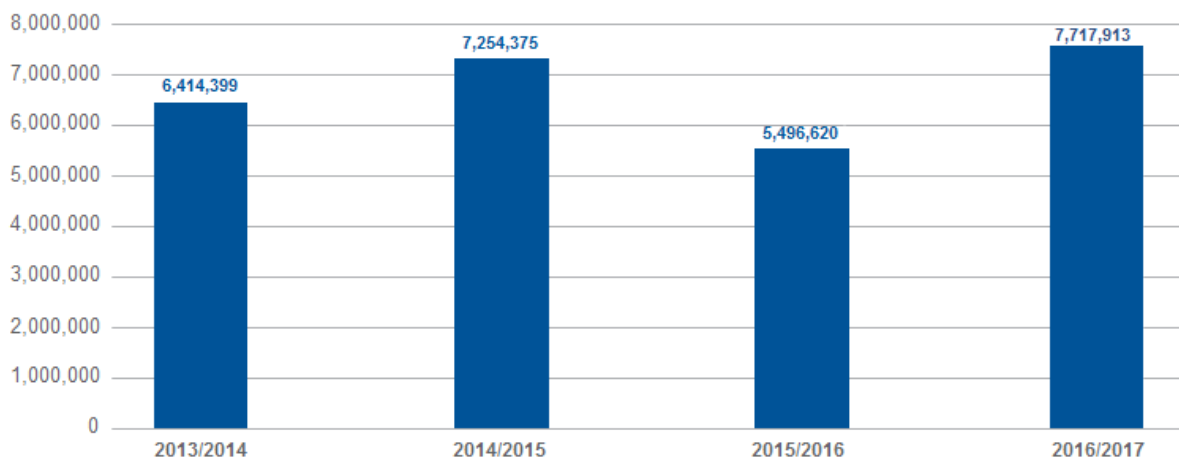
Aparelho portátil de precisão para verificação de temperatura e umidade

4. Panorama da qualidade da fibra produzida no Brasil

4.1 Dados estatísticos de qualidade da fibra

Na safra 2016/2017, foram produzidos 7.717.913 fardos.

Histórico de fardos analisados na safra brasileira

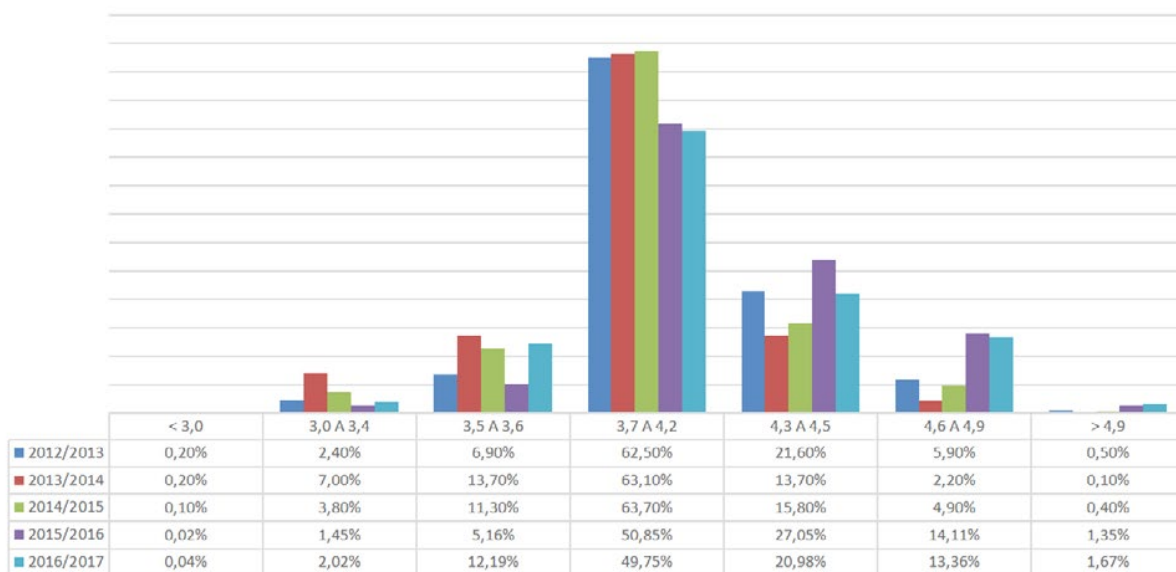


Fonte: Abrapa, safra 2016/2017

Índice micronaire: complexo finura/maturidade da fibra do algodão

Micronaire – MIC (mcg/inches)

Micronaire – MIC (mcg/polegadas)



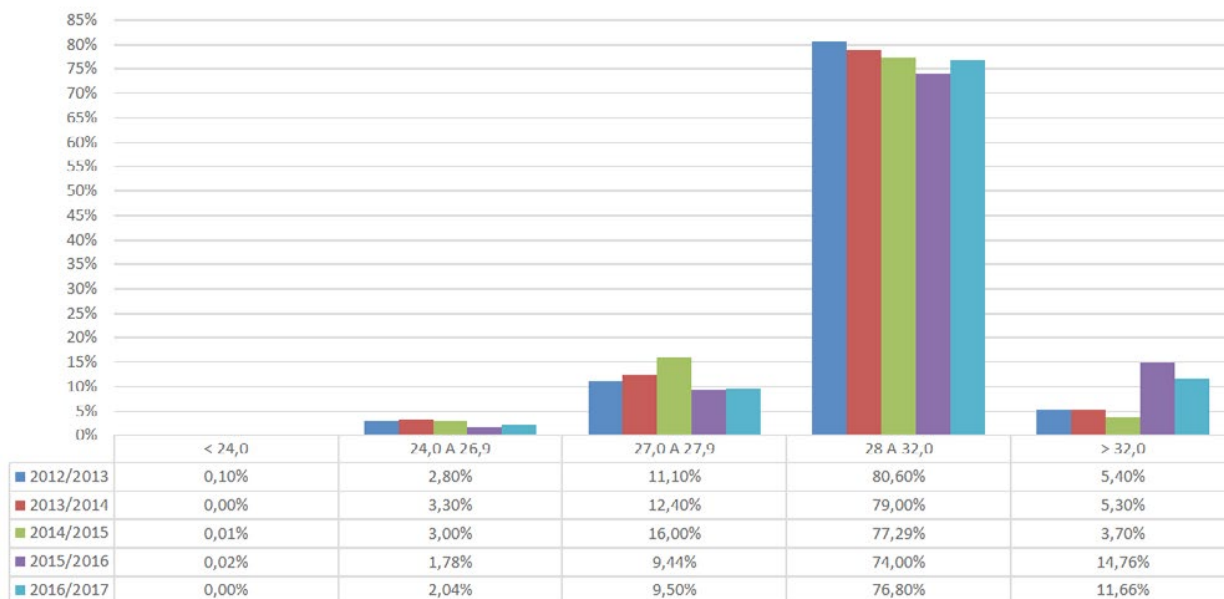
Source: Brazilian HVI Laboratories, Growing Season 2016/2017

Fonte: Laboratórios Brasileiros de HVI, Safra 2016/2017

Resistência específica da fibra ou tenacidade à rotura: é a força em gramas requerida para romper um feixe de fibras de um tex

Strength – STR (g/tex)

Resistência – STR (g/tex)



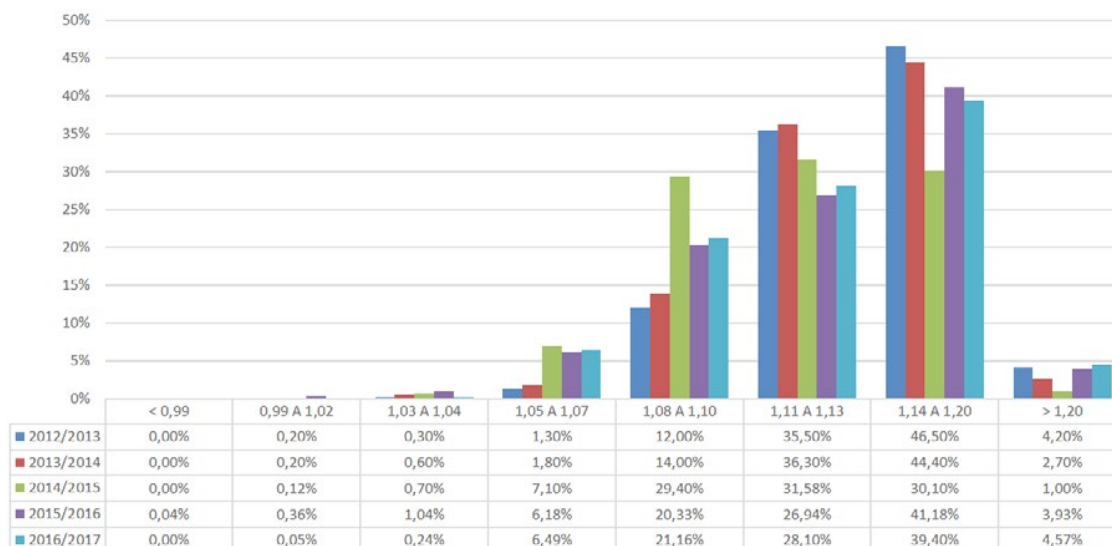
Source: Brazilian HVI Laboratories, Growing Season 2016/2017

Fonte: Laboratórios Brasileiros de HVI, Safra 2016/2017

Comprimento médio da metade superior da fibra

Fiber Length – UHML (inches)

Comprimento de Fibra – UHML (polegadas)



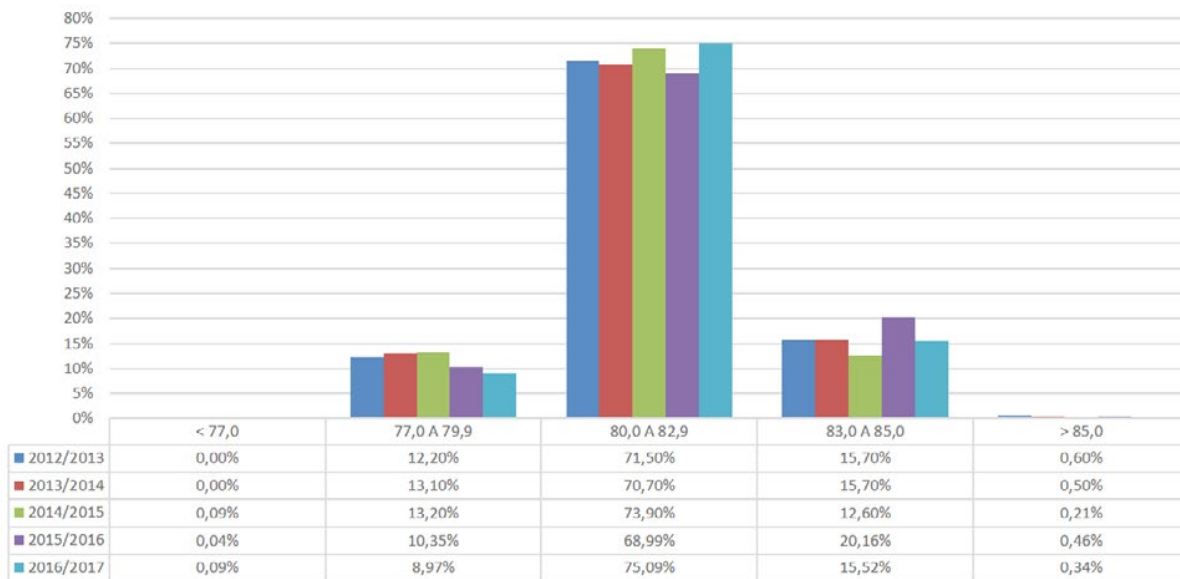
Source: Brazilian HVI Laboratories, Growing Season 2016/2017

Fonte: Laboratórios Brasileiros de HVI, Safra 2016/2017

Uniformidade da fibra: relação entre o comprimento médio da fibra e o comprimento médio dos 50% das fibras mais longas, expresso em porcentagem

Fiber Uniformity – UI (%)

Uniformidade de Fibra – UI (%)

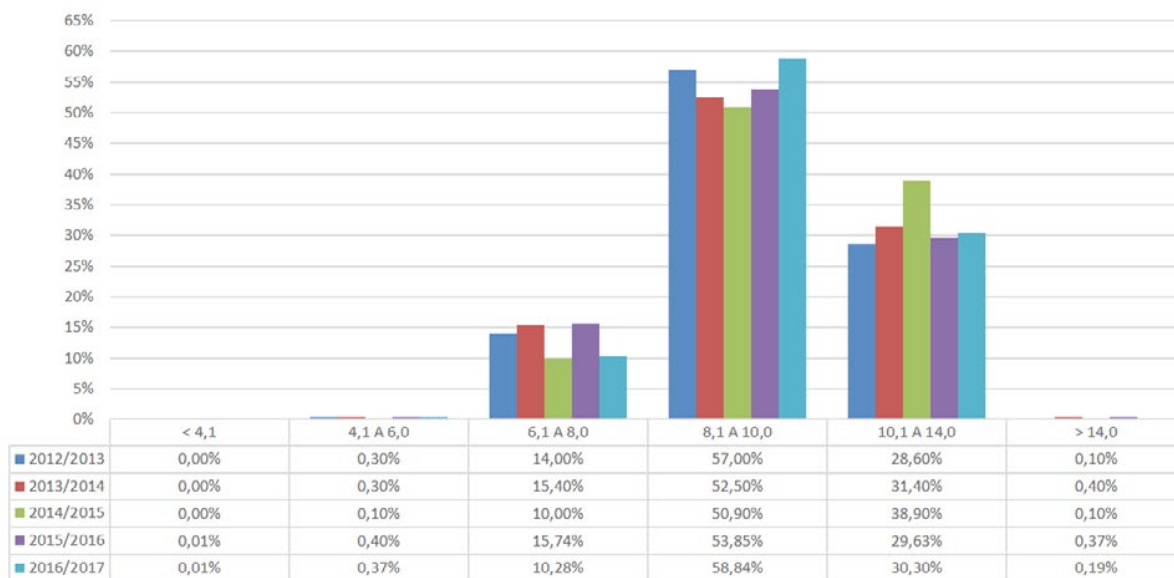


Source: Brazilian HVI Laboratories, Growing Season 2016/2017
 Fonte: Laboratórios Brasileiros de HVI, Safra 2016/2017

Índice de fibras curtas: porcentual de fibras menores que 0,5 polegada ou 12,7 mm presentes no corpo de prova.

Short Fiber Index – SFI (%)

Índice de Fibras Curtas – SFI (%)

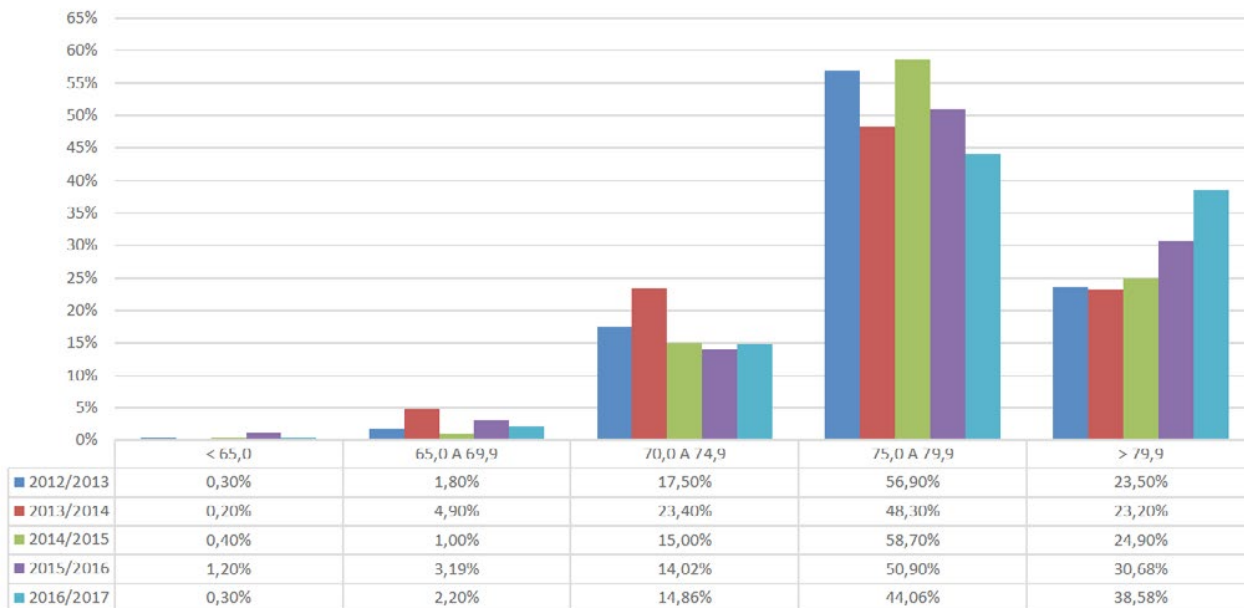


Source: Brazilian HVI Laboratories, Growing Season 2016/2017
 Fonte: Laboratórios Brasileiros de HVI, Safra 2016/2017

Grau de reflectância: é o valor da luminosidade e da cor branca refletida pelas fibras de algodão, que corresponde à refletância porcentual

Reflectance – RD (%)

Grau de Reflectância – RD (%)



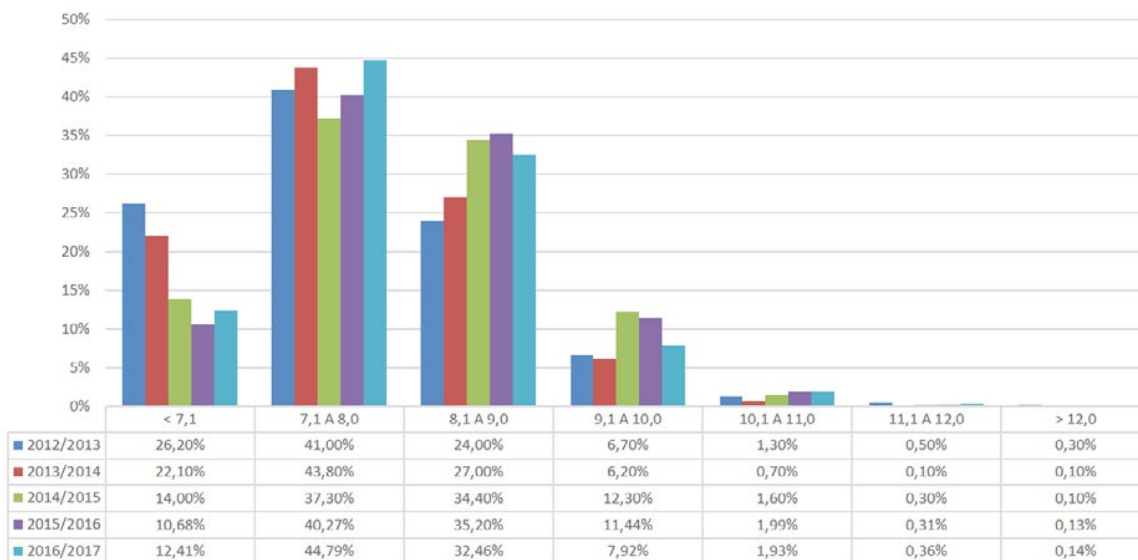
Source: Brazilian HVI Laboratories, Growing Season 2016/2017

Fonte: Laboratórios Brasileiros de HVI, Safra 2016/2017

Grau de amarelamento (+b) - índice de amarelamento da luz refletida pelas fibras de algodão

Yellowness – +B

Grau de Amarelamento – +B



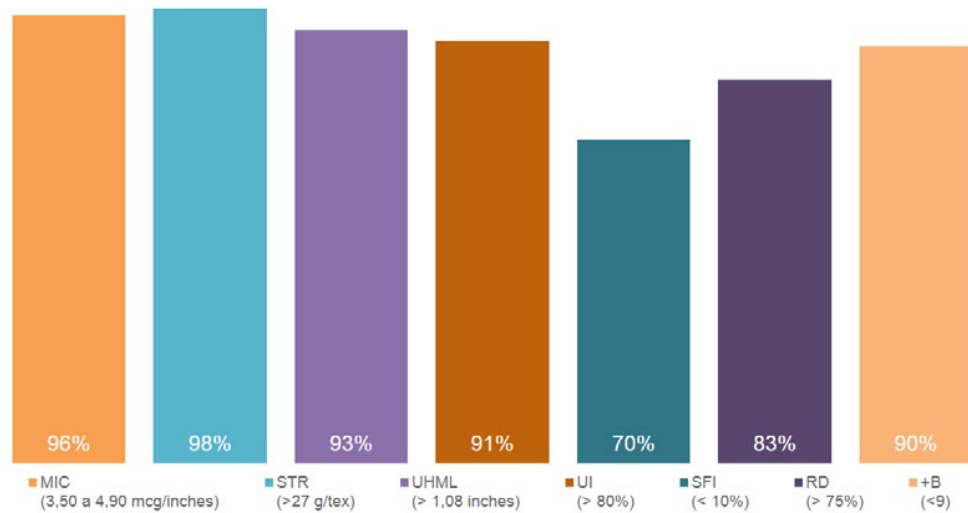
Source: Brazilian HVI Laboratories, Growing Season 2016/2017

Fonte: Laboratórios Brasileiros de HVI, Safra 2016/2017

Resumo da qualidade do algodão na safra 2016/2017

Indicators – 2016/2017 Growing Season

Indicadores – Safra 2016/2017



Source: Brazilian HVI Laboratories, Growing Season 2016/2017

Fonte: Laboratórios Brasileiros de HVI, Safra 2016/2017

4.2 Comentários dos compradores nacionais e internacionais sobre a fibra do Brasil

Comentário nacional

(2 grandes fiações e 1 trading)

Ao compararmos a qualidade intrínseca da fibra em relação à safra anterior, uma fiação de grande porte verificou um aumento significativo da resistência e do alongamento da fibra utilizada. Conseqüentemente, um aumento no índice de fiabilidade (SCI) de 6%. Porém, na variável finura (micronaire), o índice piorou.

Na análise de qualidade do fio produzido, tanto em fios penteados como cardados, verificou-se uma melhora na pilosidade de 5% e um aumento de produtividade de 0,6%.

Sob o aspecto da oferta de fibra de qualidade, o algodão brasileiro atende aos padrões de qualidade das indústrias.

Também é percebido pela indús-

tria o fato de o Brasil possuir vários estados produtores e, conseqüentemente, uma variabilidade grande na qualidade intrínseca. Têm preocupado a queda da uniformidade do comprimento, o aumento de fibras curtas e o aumento pontual da pegajosidade em algumas regiões; a pegajosidade pode trazer danos enormes, principalmente para as fiações sem controle de temperatura (climatização).

Há uma melhora crescente na qualidade intrínseca das principais características (comprimento, resistência, uniformidade e micronaire).

Sob o aspecto visual, o tipo do algodão brasileiro tem atendido às indústrias acima de sua necessidade. Contudo, no aspecto das características intrínsecas, o índice de fibras curtas superior a 10% e índice de fiabilidade abaixo de 125 têm preocupado as fábricas. Outra questão que envolve a qualidade do algodão brasileiro tem sido o cumprimento dos prazos de entrega.

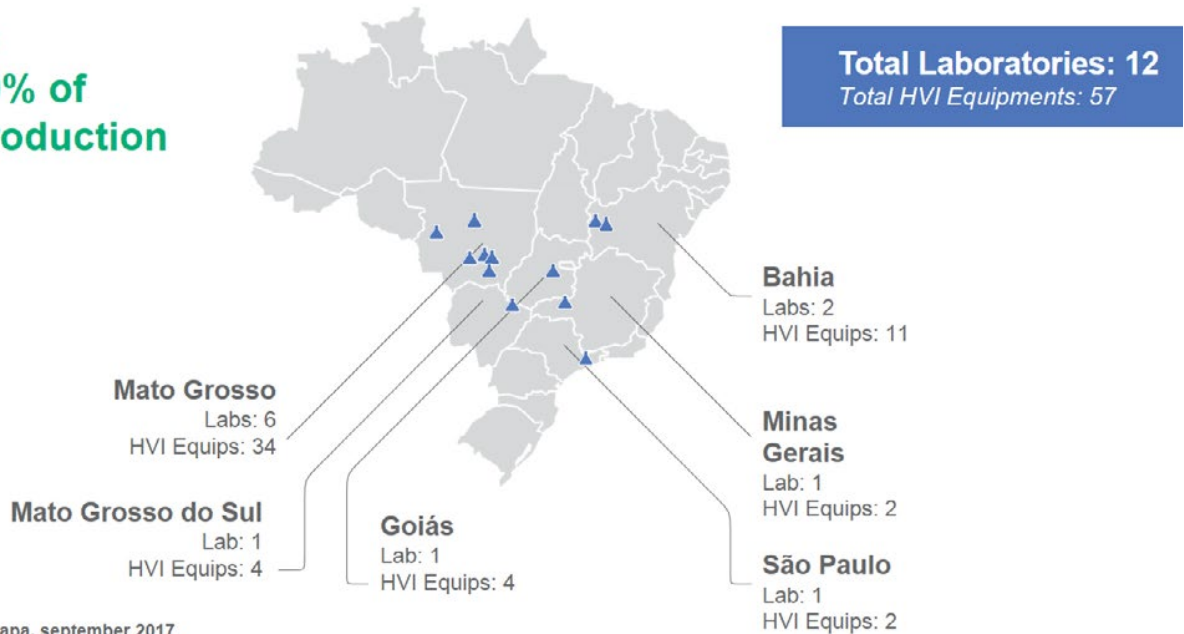
Laboratórios brasileiros

HVI Classification Laboratories

Laboratórios de Classificação HVI

Capacity to analyze 100% of Brazilian Production

Capacidade de analisar 100% da produção



Source: Abrapa, september 2017
 Fonte: Abrapa, setembro 2017

O Brasil realizou, na safra 2016/2017, ensaios de análise de algodão em 12 laboratórios, distribuídos nos estados produtores, com 57 máquinas instrumentais.

Comentário internacional

(comentário de 10 fiações - Bangladesh e Indonésia)

As fiações não tiveram problema em relação ao tipo do algodão; algumas receberam resultados melhores que o esperado. No entanto, apresentaram problemas de variação no comprimento da fibra, alto índice de fibras curtas e algodão com baixo teor de umidade.

Como muitas fábricas em Bangladesh não têm controle de umidade, o clima local, muito seco de novembro a janeiro, associado às características do algodão brasileiro, acarretou perdas de produção por ruptura do fio na fábrica, além de muito pó. Em relação às características extrínsecas, houve problemas de contaminação por poliéster. Por ser mecânico o processo de colheita, não deveria haver esse tipo de contaminação.

Na Indonésia, as características do algodão dessa safra foram melhores. No entanto, identificou-se mistura de fibras curtas e de baixa resistência, o que dificultou o processamento. Todas as fábricas reclamam do conteúdo de fibras curtas, particularmente as de fabricação de fios

penteados, que exigem fibras mais longas; a necessidade de retirada das fibras curtas encarece o custo de fabricação. Há também uma grande preocupação com a pegajosidade do algodão; uma fiação experiente pode misturar os fardos para amenizar a pegajosidade, mas, quando se tem somente o algodão brasileiro, torna-se difícil.

Em resumo, os embarques brasileiros estão recuperando-se dos graves problemas de mistura de comprimento, finura e de resistência, apresentados em safras passadas. A confiança do mercado, porém, ainda não é plena.

Como consequência, o algodão africano (colhido à mão) tem sido mais demandado que o brasileiro, partindo de uma posição com desconto de preços de três anos atrás, para negociar com um prêmio ao algodão brasileiro.

Do mesmo modo, o algodão dos EUA recuperou uma grande parte do mercado, anteriormente perdida para o produto brasileiro. Os grandes cotonicultores nacionais produzem com alta produtividade, no entanto, o benefício disso é perdido quando há um alto índice de fibras curtas. ●



**Vanessa
Bellote**
Santista S.A.

Considerações da Santista sobre o índice de fibra curta no algodão (SFI - *Short Fiber Index*)

A análise do algodão no equipamento HVI informa-nos o valor de Short Fiber Index (SFI), que é a quantidade de fibras em porcentagem menores que 0,5 polegada ou 12,7 mm.

Segundo faixas de classificação da Uster Technologies, os valores esperados para SFI estão relacionados na tabela abaixo, em que o valor considerado baixo é até 9%; a partir de 10%, é considerado médio e a partir de 14%, alto.

Índice de Fibras Curtas (%) (<0,50 Pol. Ou 12,7mm)	Descrição
Abaixo de 6	Muito Baixo
6 a 9	Baixo
10 a 13	Médio
14 a 17	Alto
18 e maior	Muito Alto

Valores até 8% são ideais para a indústria; valores acima de 10% podem comprometer a fição nos seguintes aspectos:

- Menor rendimento da matéria-prima, principalmente para a produção de fios cardados ring, havendo muito desperdício na linha de abertura e cardas por conta da quantidade de fibras menores que 0,5 polegada não ser efetivamente aproveitada, sendo retirada nesse processo e tornando-se resíduo. Isso impacta financeiramente no custo da produção do fio, pois o desperdício acaba sendo maior que o padrão, precisando de maior quantidade de algodão para produção do volume de fio necessário.
- Comprometimento dos valores de qualidade do fio, já que uma parte das fibras curtas acaba sendo fiada (perda de alongamento, perda de resistência, aumento de pontos finos e grossos e aumento de pilosidade do fio). Com isso, a performance da fição é prejudicada pelo maior número de rupturas em seu processo, e o desempenho dos processos posteriores pode ser comprometido, gerando defeitos e prejudicando o rendimento da produção.

A seguir, temos um exemplo real de um algodão com SFI baixo (7,3%) x algodão com SFI médio (11,1%); foram realizados testes de HVI para essa análise:

Prova HVI - SFI 7,3							
AMOSTRA	UHML	UNF	SFI	STR	ELG	MIC	MAT
1	1,22	82,8	8,2	33,4	7,3	3,9	83,0
2	1,20	82,6	8,0	33,5	6,8	3,9	83,0
3	1,22	83,0	7,5	31,5	7,5	3,9	82,0
4	1,22	84,8	7,5	33,3	7,0	3,9	83,0
5	1,23	83,4	7,4	34,4	7,0	3,9	83,0
6	1,22	84,8	7,4	33,1	7,2	3,9	83,0
7	1,23	84,9	6,9	34,5	7,0	3,9	83,0
8	1,21	83,4	7,4	33,4	6,9	3,9	83,0
9	1,24	84,8	6,4	35,7	6,9	3,9	83,0
10	1,23	85,1	6,6	34,1	7,4	3,9	83,0
MÉDIA	1,22	84,0	7,3	33,7	7,10	3,9	82,9

Prova HVI - SFI 11,1							
AMOSTRA	UHML	UNF	SFI	STR	ELG	MIC	MAT
1	1,16	80,1	10,8	29,1	6,0	3,8	85,0
2	1,15	80,7	10,6	29,7	5,9	3,8	85,0
3	1,19	78,5	10,2	30,5	5,7	3,8	85,0
4	1,18	79,5	11,6	28,4	6,4	3,8	85,0
5	1,17	78,1	13,8	26,9	5,9	3,8	85,0
6	1,18	81,2	10,2	29,4	6,0	3,8	85,0
7	1,21	80,7	10,3	28,5	5,9	3,8	85,0
8	1,20	81,7	10,3	30,0	5,8	3,8	85,0
9	1,15	78,9	11,9	27,7	5,9	3,8	85,0
10	1,13	77,5	11,3	25,6	5,7	3,8	85,0
MÉDIA	1,17	79,7	11,1	28,6	5,9	3,8	85,0

Podemos notar, nas análises acima, que o algodão que apresenta SFI alto (11,1%), a uniformidade é baixa (79,7%) e, no algodão que apresenta SFI baixo (7,3%), a uniformidade é média de 84%. Para a fiação de algodão ring, é extremamente

importante uma uniformidade de média para alta com índice de fibras curtas abaixo de 10%.

As faixas de classificação da Uster Technologies para os valores esperados de índice de uniformidade (%) estão relacionadas na tabela abaixo:

Índice de Uniformidade (%)	Descrição
Abaixo de 77	Muito Baixo
77 a 80	Baixo
81 a 84	Médio
85 a 87	Alto
87 e maior	Muito Alto

Após as análises de HVI, foram realizados testes de MDTA3 para executar a medição simulando o desperdício gerado na linha de abertura da fição de ambos os casos:

Prova MDTA3 SFI 7,3%					
IDENTIFICAÇÃO	% FIBRA	TRASH	PÓ	FRAG. DE FIBRA	PERDA TOTAL
		%	%	%	%
1	94,6%	3,7%	0,1%	0,4%	5,4%
2	94,6%	3,6%	0,1%	0,4%	5,4%
3	93,1%	5,0%	0,1%	0,4%	6,9%
4	94,1%	4,0%	0,1%	0,4%	5,9%
5	93,1%	4,8%	0,1%	0,4%	6,9%
Media de resultados	93,9%	4,2%	0,1%	0,4%	6,1%

Prova MDTA3 SFI 11,1 %					
IDENTIFICAÇÃO	% FIBRA	TRASH	PÓ	FRAG. DE FIBRA	PERDA TOTAL
		%	%	%	%
1	90,9%	7,0%	0,1%	0,4%	9,1%
2	89,6%	7,0%	0,1%	0,5%	10,4%
3	90,0%	7,7%	0,1%	0,5%	10,0%
4	89,1%	8,6%	0,1%	0,5%	10,9%
5	91,1%	6,6%	0,0%	0,4%	8,9%
Media de resultados	90,1%	7,4%	0,1%	0,5%	9,9%

Podemos concluir que, no teste de SFI 11,1%, a perda total de algodão é muito maior, em torno de 9,9%; em relação ao SFI 7,3%, a perda total do algodão foi de 6,1%.

Conclusão

Apesar de o SFI não ser um valor de referência padrão para comercialização, ele contribui e muito com a qualidade e com o desempenho do algodão para a indústria. Por isso, os cuidados e as regulagens durante o beneficiamento do algodão são fundamentais para que o comprimento das fibras seja preservado e para que não haja quebra de fibra

desnecessária durante esse processo. Mesmo um algodão de tipo melhor, mas com alto índice de fibras curtas, fará com que os resíduos gerados na fição aumentem, ou seja, a fição ganhará em tipo, mas perderá em qualidade de fibra. Por isso, a importância de uma boa regulagem no beneficiamento é ideal para a obtenção de um algodão de boa qualidade em tipo e em características intrínsecas.

A preservação da qualidade da fibra trará somente benefícios para a indústria e, conseqüentemente, para o produtor, já que a qualidade de seu algodão será reconhecida pelos mercados nacional e internacional. ●





Jean-Louis
BELOT
IMAmt

Contribuições da
Cooperfibra e da
Unicotton

A qualidade da fibra do algodão de Mato Grosso

Nos últimos anos, Mato Grosso consolidou sua posição de primeiro estado produtor de fibra do Brasil; para a safra 2017/18, as estimativas da Associação Mato-grossense dos Produtores de Algodão (Ampa) é de 783 mil ha semeados, com aumento de 25% em relação à safra 2016/17. Desse total, 17% (135.780 ha) do algodão foi semeado no sistema safra e 83% (647.220 ha) no sistema de segunda safra, sucedendo a soja precoce.

Com base nos dados da safra 2016/17, o *Gráfico 1* mostra uma concentração dos plantios no mês de janeiro, com o fechamento do algodão de safra e início da implantação dos algodões de segunda safra até o primeiro decêndio de fevereiro.

Outro dado importante é a repartição das biotecnologias por empresa (*Tabela 1*), sendo que pro-

velmente em 2017/18 haverá aumento da tecnologia BollgardII RFlex, com estabilidade da Wide Strike (redução da FM 975WS, aumento da TMG 81WS).

Neste capítulo, vamos analisar as características intrínsecas da fibra de Mato Grosso das últimas três safras, 2014/15, 2015/16 e 2016/17, por meio das análises HVI dos fardos comerciais de três laboratórios de classificação.

1. Perfil de distribuição das chuvas nas últimas safras

O perfil de chuvas das últimas três safras foi significativamente diferente, o que pode explicar certas variações na qualidade da fibra, além de mudança das variedades cultivadas. A seguir, apresentamos as principais tendências, sabendo que o perfil

Distribuição plantio MT safra 16 x 17 - área (ha)

(Intervalo de 10 dias)

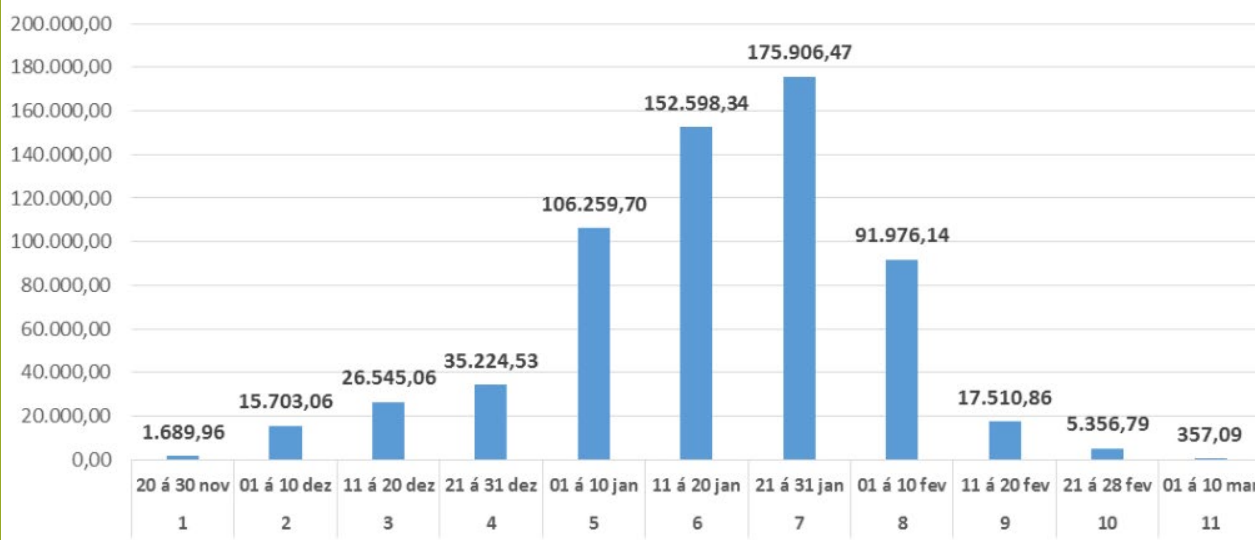


Gráfico 1. Épocas de semeadura do algodão em Mato Grosso (Fonte: R. Tachinardi, IMAmt)

Tabela 1. Mercado das diversas tecnologias, safra 2016/17

Tecnologia	Área (ha)
WS	308.642,20
GLT	120.546,10
BG2RF	96.223,19
GL	82.438,86
Convencional	17.783,45
BGRR	2.079,06
LL	1.380,17
RF	34,97
Total Geral	629.128,00

pluviométrico pode ter sofrido diferenças entre núcleos produtores. Seleccionamos gráficos de chuvas de estações meteorológicas do Inmet que parecem representar melhor as tendências gerais da safra.

Safra 2014/15

O perfil das chuvas nas áreas algodoeiras de Mato Grosso é ilustrado no *Gráfico 2*, com dados da estação de Campo Novo dos Parecis. Na região norte do Estado houve muita chuva até 25 de maio, o que favoreceu o algodão de segunda safra

plantado em janeiro e até fevereiro; depois disso, pouca ou nenhuma chuva para estragar o algodão formado e aberto antes da colheita. Essas condições favoreceram altas produtividade e qualidade.

Na região sul do Estado houve prolongamento das chuvas até maio (última chuva útil em 11 de maio de 2015, em Rondonópolis), e uma chuva de 19 mm em 6 de julho de 2015. Essa situação favoreceu o algodão de segunda safra, prejudicando o de primeira, que sofreu alto índice de apodrecimento do baixeiro. A chuva de julho atrapalhou o tipo de fibra dos algodões colhidos em julho.

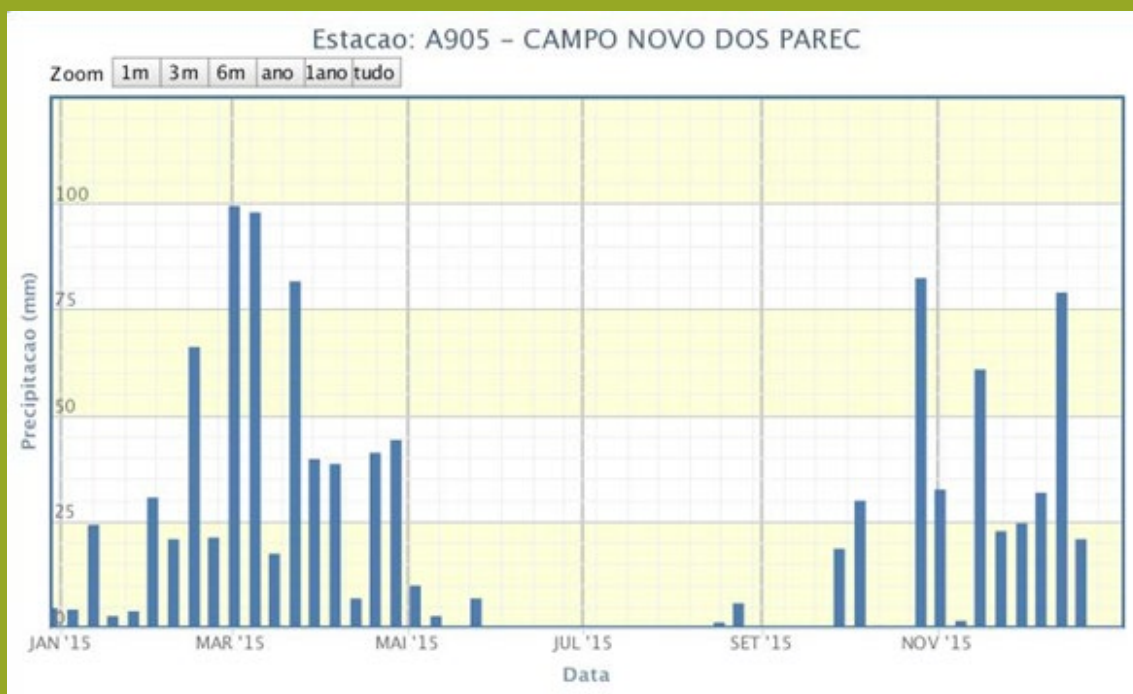


Gráfico 2. Distribuição das chuvas na estação de Campo Novo dos Parecis, ano 2015 (Fonte: Inmet, 2018)

Gráfico 3.

Distribuição das chuvas na estação de Campo Novo dos Parecis, 2016 (Fonte: Inmet, 2018)

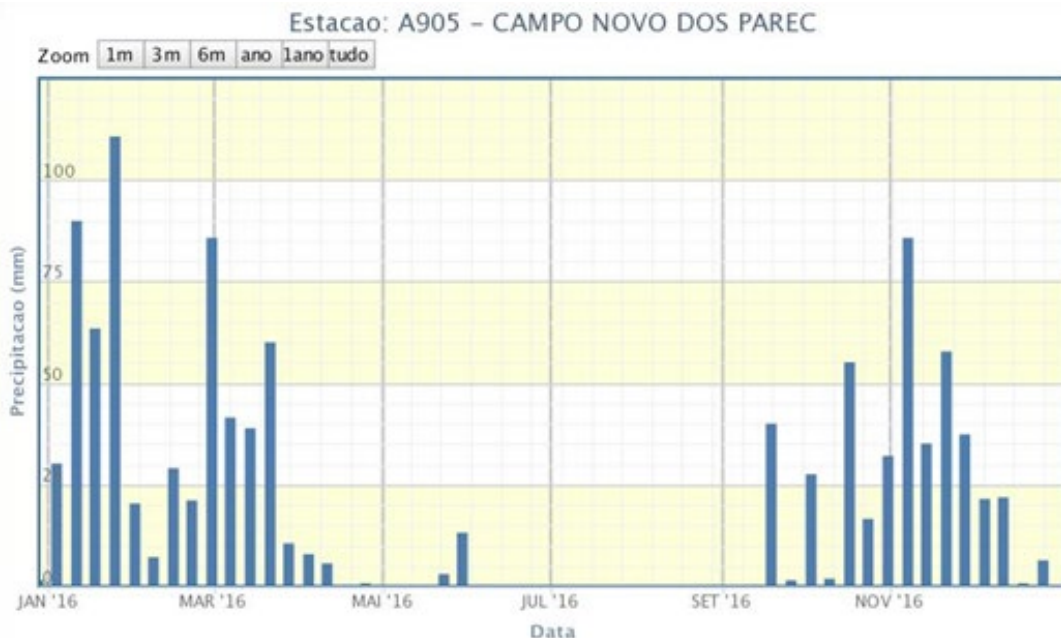
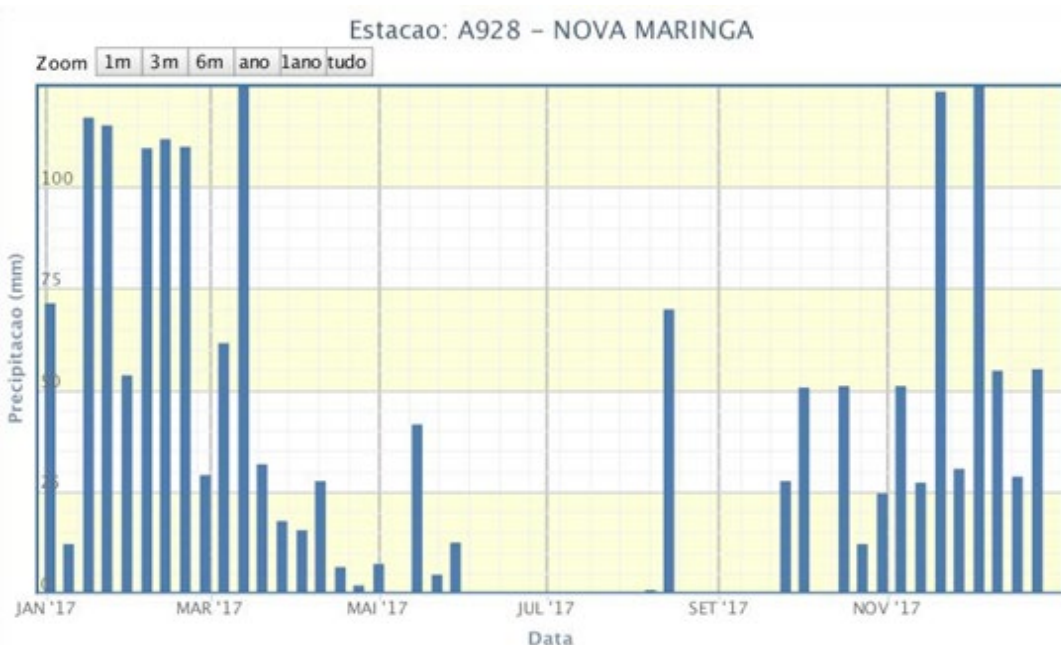


Gráfico 4.

Distribuição das chuvas na estação de Nova Maringá, 2017 (Fonte: Inmet, 2018)



Safra 2015/16

A safra na região norte do Estado foi seca, com corte precoce das chuvas (em Tangará da Serra, a última chuva útil foi em 25 de abril de 2016; houve ainda precipitação de 20 mm em 30 de maio). Em Campo Novo dos Parecis (Gráfico 3), as chuvas acabaram início de abril, com pequena chuva residual em maio, insuficiente formar os capulhos do ponteiro. Muitas situações com lavouras de produtividade baixa e fibra com falta de maturidade.

Na região sul do Estado, representada pelos dados de Paranatinga, o clima não foi tão seco, com última chuva útil em 25 de abril e chuvas remanescentes em maio. As condições foram melhores para assegurar produtividades mais elevadas. A volta das chuvas, em 29 de agosto, pode ter afeitado o tipo da fibra em algumas fazendas.

Safra 2016/17

Nessa safra, a chuva foi abundante no norte do Estado, como mostra

o *Gráfico 4*, de Nova Maringá. Chuvas até maio de 2017, com boa distribuição, propiciaram alimentação hídrica adequada para o algodão de segunda safra. Porém, ao final de agosto, um evento chuvoso atrapalhou as lavouras abertas e prontas para colheita, o que afetou o tipo da fibra.

No sul do Estado, apesar de a última chuva útil ter ocorrido relativamente cedo, entre 20-25 de março, choveu cerca de 30-40 mm no meio de abril, e 20-30 mm em meados de maio, o que favoreceu a alta produtividade e o bom desenvolvimento da fibra, com boa retenção dos frutos, sem problemas de apodrecimento do baixeiro.

Apresentamos a seguir características da fi-

bra analisadas em diversos laboratórios de classificação do Estado de Mato Grosso nas últimas três safras. O laboratório da Unicotton informou a qualidade HVI para as propriedades localizadas no núcleo Centro-Leste, em Primavera do Leste; o laboratório da Cooperfibra informou a qualidade HVI da fibra produzida no núcleo Centro de Campo Verde, e, finalmente, apresentamos as informações do laboratório da Kuhlmann para a região Noroeste, de Sapezal, acessadas no site internet da empresa (Kuhlmann, 2018).

A distribuição das principais características HVI é apresentada em diversos histogramas, baseados nas amostras analisadas pelo laboratório em cada região.

Total de amostras analisadas			
	Cooperfibra	Unicotton	Kuhlmann
Safra 2015	641.822	635.812	1.415.514
Safra 2016	529.827	557.891	1.633.167
Safra 2017	548.306	680.126	2.216.173

2. Resultados da qualidade de fibra de Mato Grosso

Analisamos, a seguir, as diversas características HVI da fibra produzida nessas três regiões.

2.1 Micronaire

O parâmetro de micronaire (Mic) é importante para as fiações, principalmente para realizar a composição dos fardos da linha de alimentação. Esse critério é de interpretação complexa, e seu valor depende da finura intrínseca da fibra (seu diâmetro) e da maturidade (espessura da parede da fibra). Essa característica é altamente influenciada pelas condições climáticas, em particular das chuvas, que incidirão sobre a formação dos frutos, da fibra, sobre o apodrecimento destes, entre outros.

Fica evidente nos três gráficos que a safra 2014/15 foi caracterizada por valores de micronaire mais baixos, principalmente na região Sul do Estado (*Gráfico 5*). O prolongamento das chuvas afetou os plantios de safra, importantes na região de Primavera do Leste, com apodrecimento dos capulhos do baixeiro e formação de ponteiro com fibra relativamente imatura. Isso tem se re-

petido na safra 2016/17, com mais de 25% dos fardos de Mic inferior a 3,8.

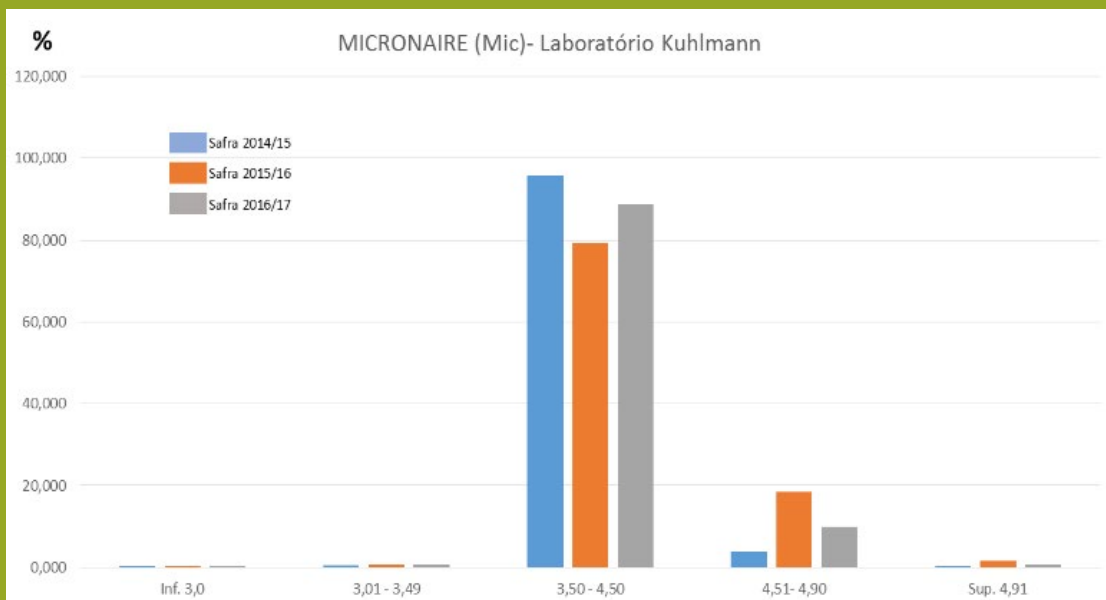
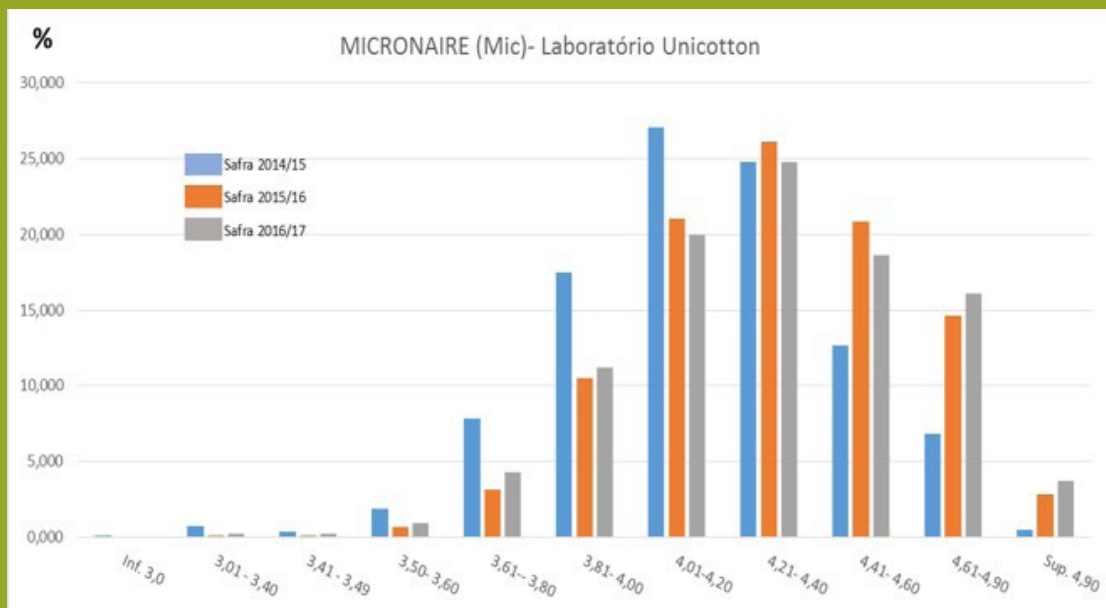
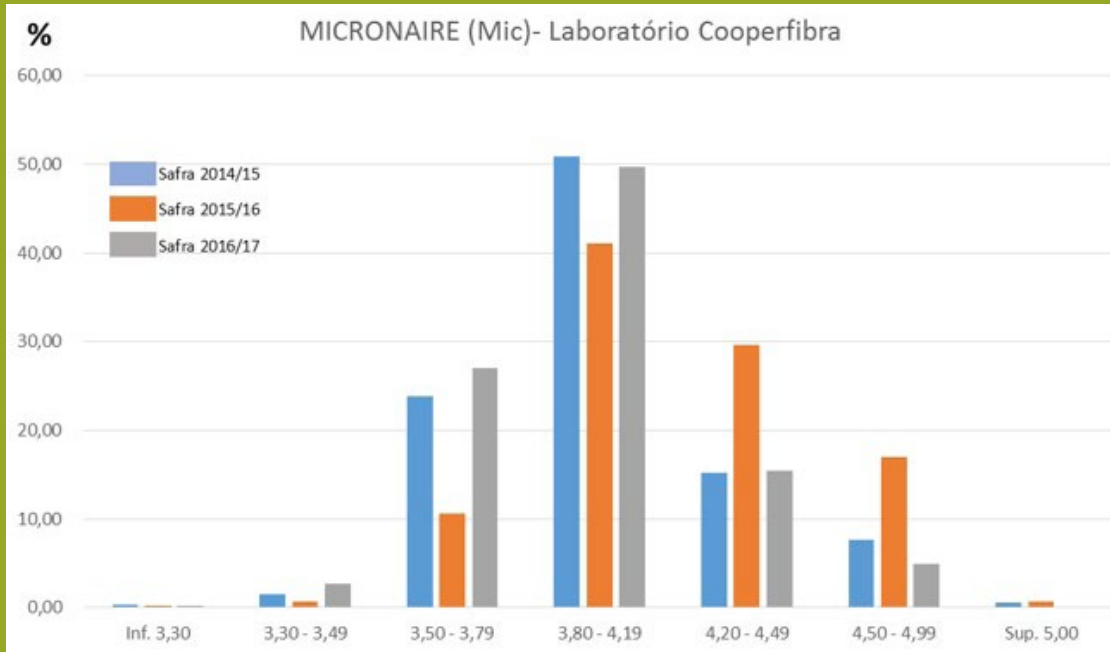
A safra 2015/16 foi de micronaire mais elevado em todas as regiões, apesar de condições pluviométricas abaixo da média histórica. Houve pouco apodrecimento de capulhos. Nas duas últimas safras, o Mic da região de Campo Verde aumentou um pouco, talvez pelo aumento do cultivo de alguns materiais muito produtivos, de micronaire mais elevado.

Lembramos que os valores de micronaire mais procurados são entre 3,8 e 4,2.

2.2 Comprimento da fibra

O comprimento da fibra, medido pela HVI (LEN ou UHML), é um dos parâmetros mais importantes para a indústria, principalmente para a fiação de anel e para o mercado exportador.

O comprimento da fibra produzida em MT é geralmente bom e satisfatório para as indústrias (*Gráfico 6*). Em todas as regiões, o índice apresentou tendência de melhoria significativa nas duas últimas campanhas agrícolas, com crescimento da porcentagem de fardos com comprimento de fibra acima de 30 mm. A variabilidade de comprimento é grande (de 26 mm a mais de 31 mm),



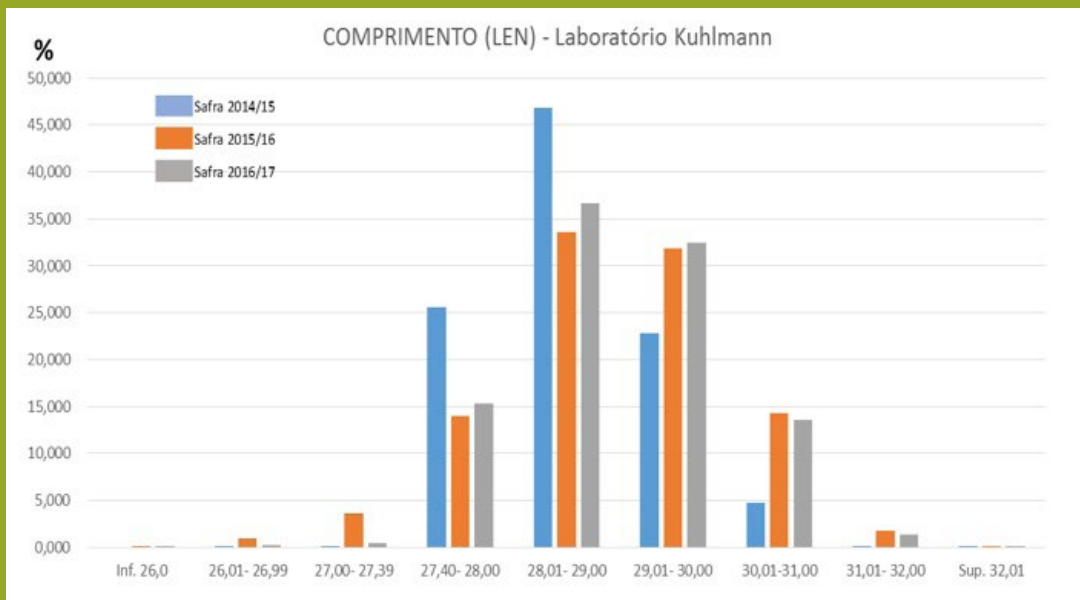
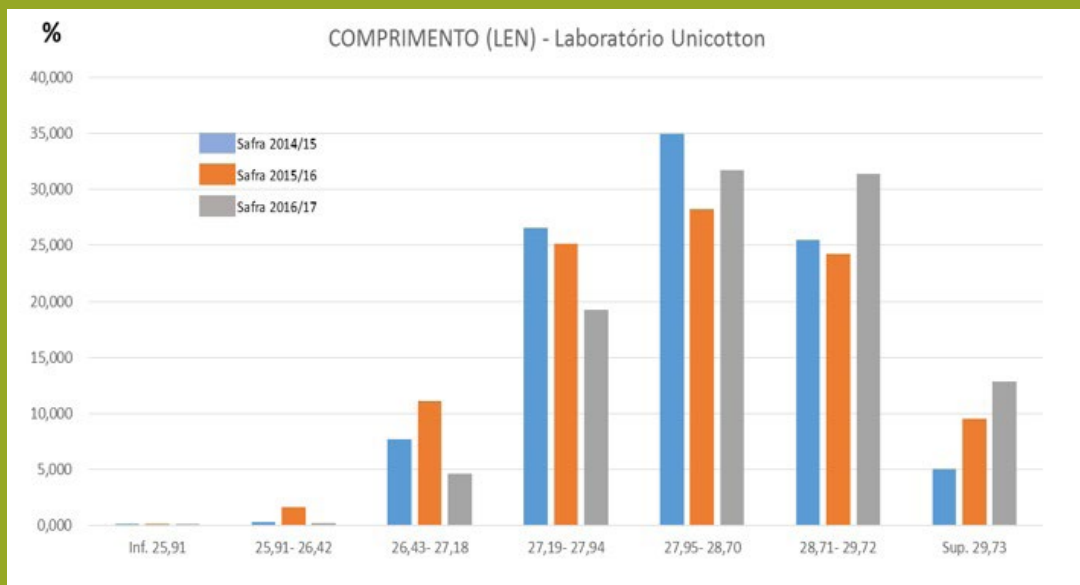
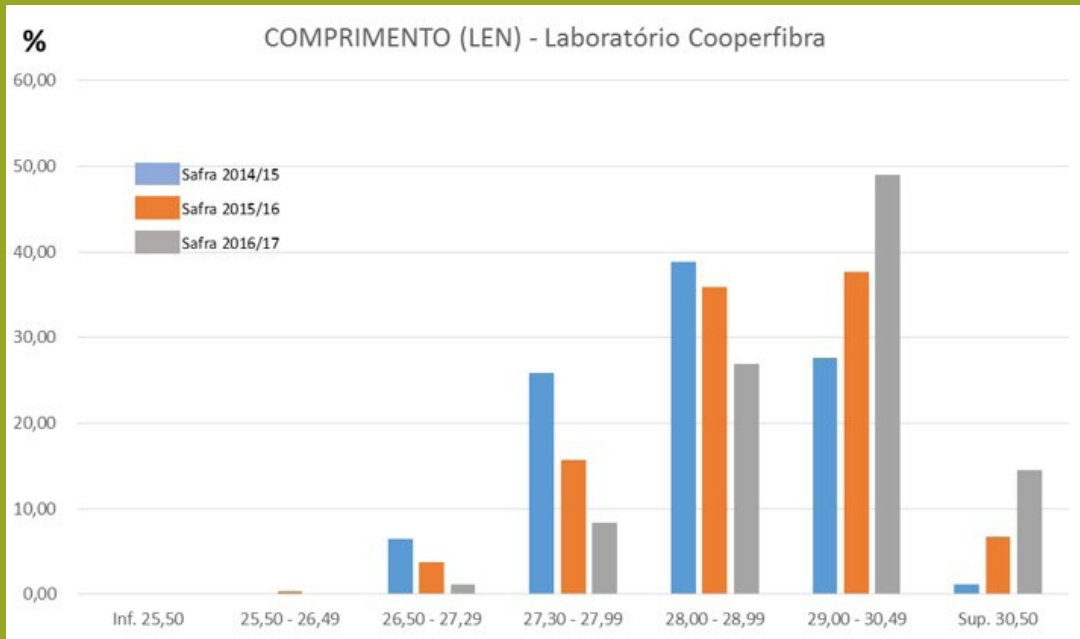


Gráfico 6. Histogramas de distribuição do comprimento nas três últimas safras, em três regiões produtoras de MT

porém com grande concentração da produção (mais de 75% na última safra 2016/17) acima de 28 mm.

2.3 Distribuição do comprimento da fibra

A distribuição do comprimento das fibras pode incidir significativamente sobre a qualidade do fio produzido e sobre a produtividade da indústria. Dois parâmetros HVI informam, de modo diferente, sobre a distribuição do comprimento das fibras em uma amostra: uniformidade (UN) e índice de fibras curtas (SFI).

É importante lembrar que a uniformidade possui algodões de calibração; portanto, esse parâmetro pode ser comparado entre os diversos laboratórios de classificação e ser usado nos contratos comerciais, o que não é o caso do SFI.

Uniformidade da fibra

Tomando por referência a primeira safra de 2014/15, a uniformidade da fibra (UN) parece ter melhorado em 2016 e 2017 na região de Primavera do Leste (*Gráfico 7*). Nas duas outras regiões, essa melhora foi clara em 2016, porém com recuo em 2017, voltando quase aos valores de 2015.

A falta de detalhamento dos intervalos para confecção dos histogramas não permite maiores comentários, porém, esforços precisam ser realizados para reduzir a quantidade de fardos com UN abaixo de 80.

Índice de fibras curtas

Tratando-se do índice de fibras curtas (SFI), a indústria sinaliza que algodão com mais de 10% de fibras curtas pode começar a prejudicar as indústrias, principalmente as fiações de fio penteado.

Confirmando as tendências observadas para a UN, o SFI apresenta melhora ao longo dos três últimos anos na região de Primavera do Leste, com redução da porcentagem dos fardos comerciais de SFI superior a 10,5%. Porém, em 2017, 44,8% das amostras

analisadas apresentam mais de 10% de fibras curtas, e 19,8% mais de 11% de fibras curtas (*Gráfico 8*).

Aparentemente, os valores de SFI da região de Sapezal e Campo Verde são menores (25,4% das amostras na Kuhlmann e 14,9% na Cooperfibra tem mais de 10% de SFI), porém esses números não são comparáveis por conta da falta de algodão de calibração das máquinas, o que ilustra perfeitamente o perigo que há em usar o SFI em contratos comerciais.

Como foi explicado em diversas partes deste manual, as fibras curtas são geralmente o resultado da quebra de fibras mais longas durante o processo de beneficiamento. Uma parte pode dar-se por conta da própria constituição da fibra (fator genético, que faz que certas variedades, em iguais condições de beneficiamento, gerarem mais fibras curtas que outras, e fator ambiental, que gera fibras menos maduras e/ou menos resistentes) ou as condições de beneficiamento. O capítulo sobre beneficiamento deste manual aponta a importância do gerenciamento da umidade do algodão durante o descarçamento a fim de reduzir o SFI.

2.4 Resistência da fibra

A resistência da fibra (STR) é importante na definição da resistência do fio.

Pelos dados dos três laboratórios, é nítida a melhoria na resistência da fibra de 2016/17 em relação à fibra produzida em 2015 (*Gráfico 9*). Lembrando que a safra de 2015 foi caracterizada por chuvas prolongadas, o que pode ter estragado a fibra dos capulhos do terço inferior das plantas.

Na região de Primavera do Leste e de Sapezal, as altas resistências observadas na safra de 2016 podem ser em parte o resultado indireto de uma safra prejudicada pela seca de final de ciclo. Algodão menos maduro gera, no sistema de medição de resistência da HVI com feixe de fibra, maior resistência à ruptura do feixe, mesmo se a resistência individual de cada fibra for menor.

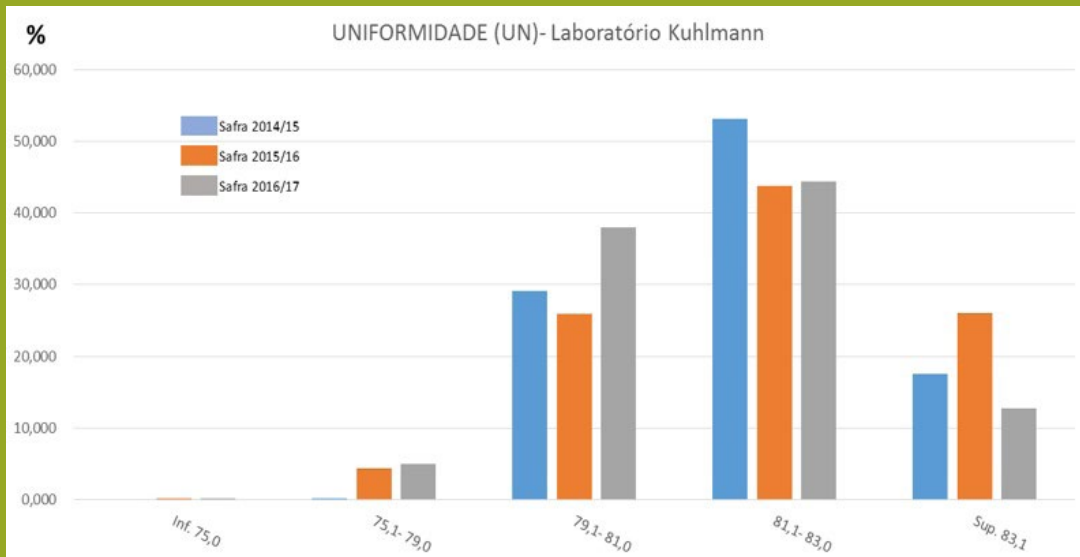
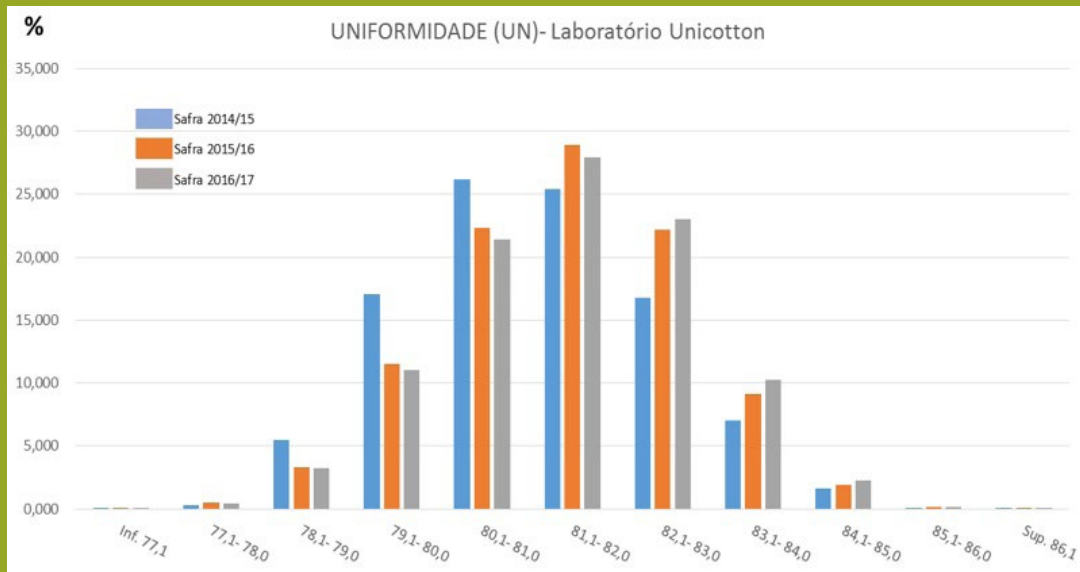
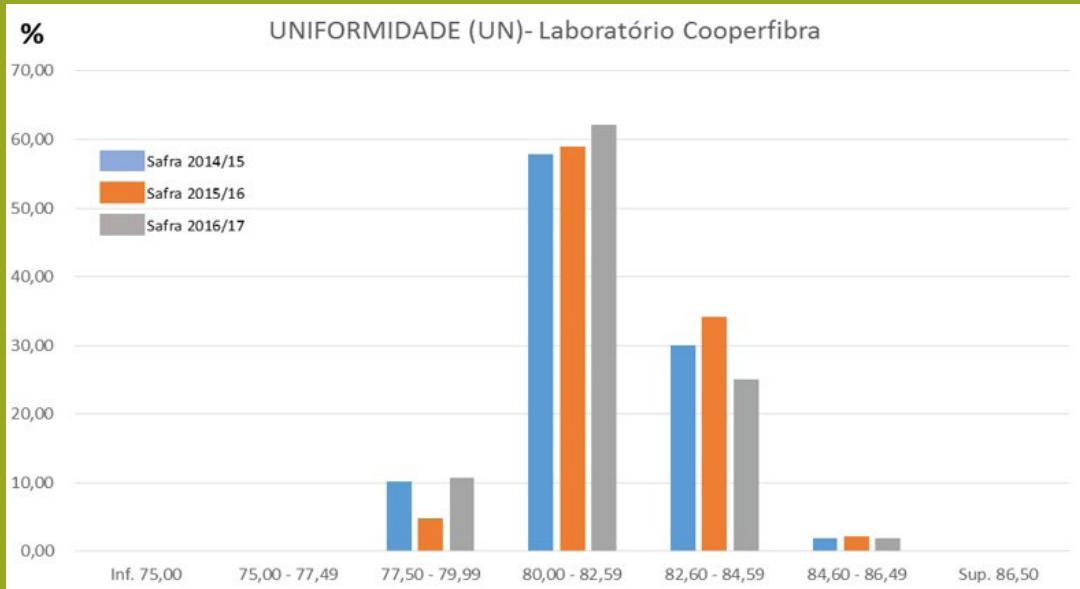
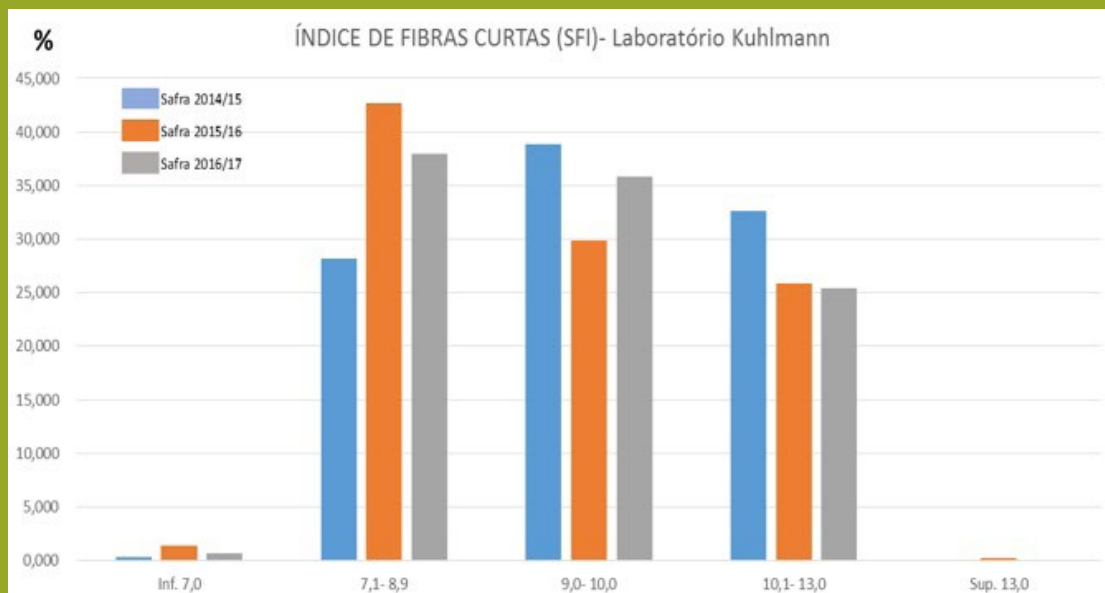
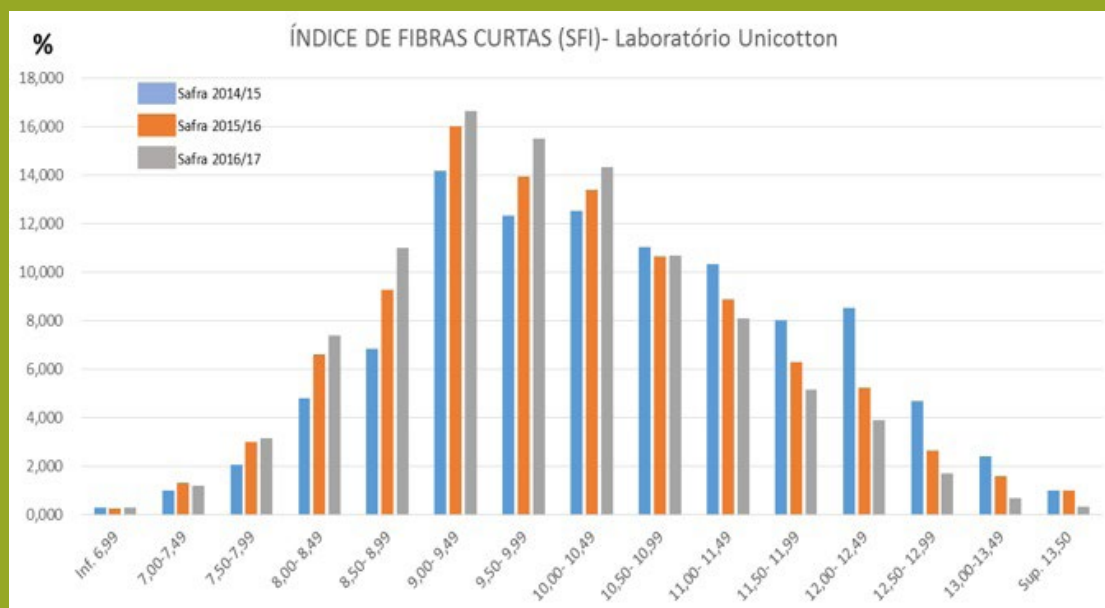
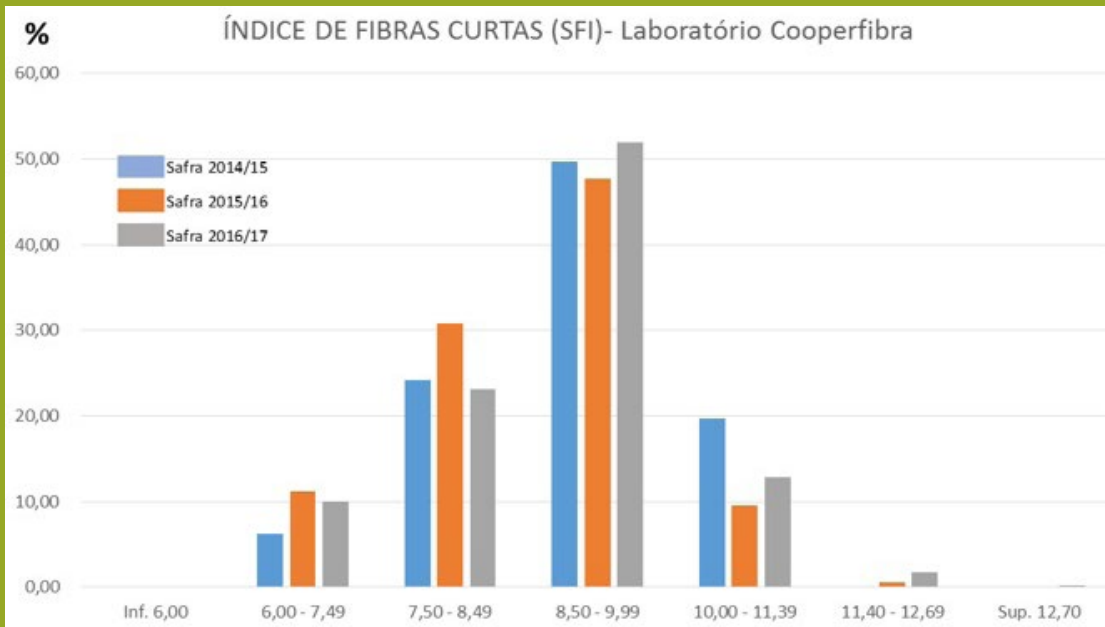


Gráfico 7. Histogramas de distribuição da uniformidade nas três últimas safras, em três regiões produtoras de MT



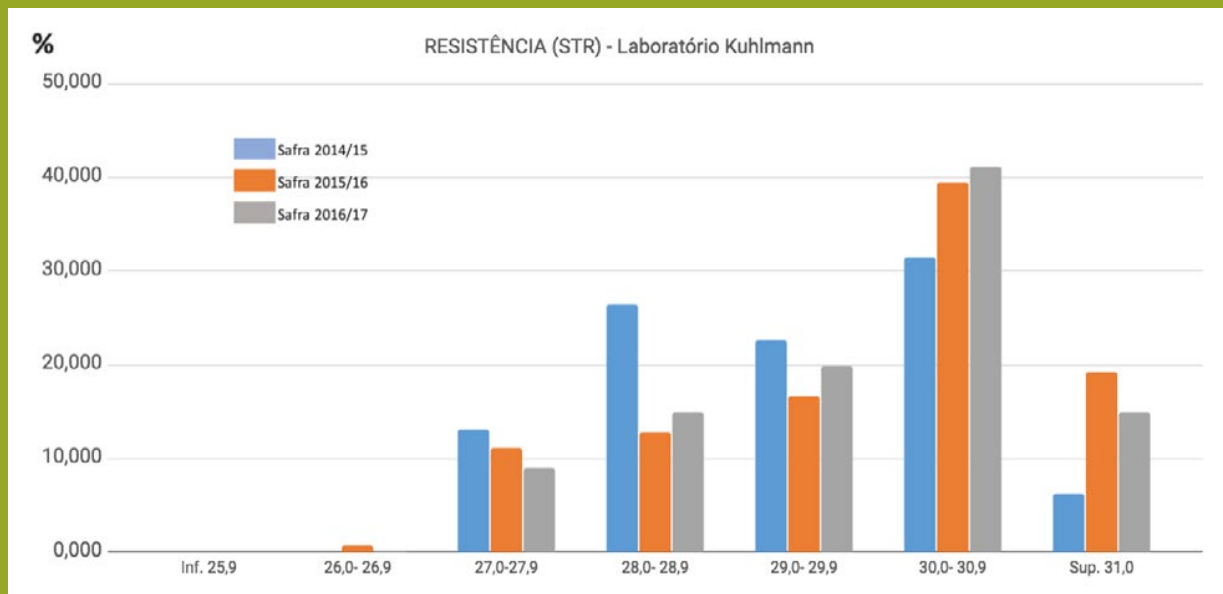
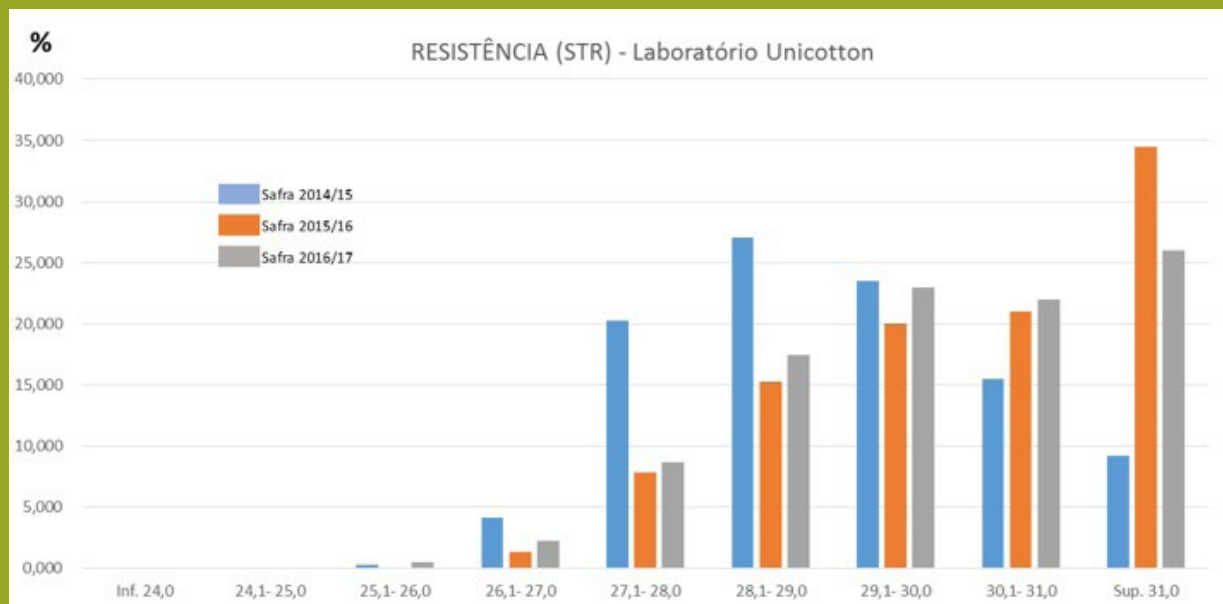
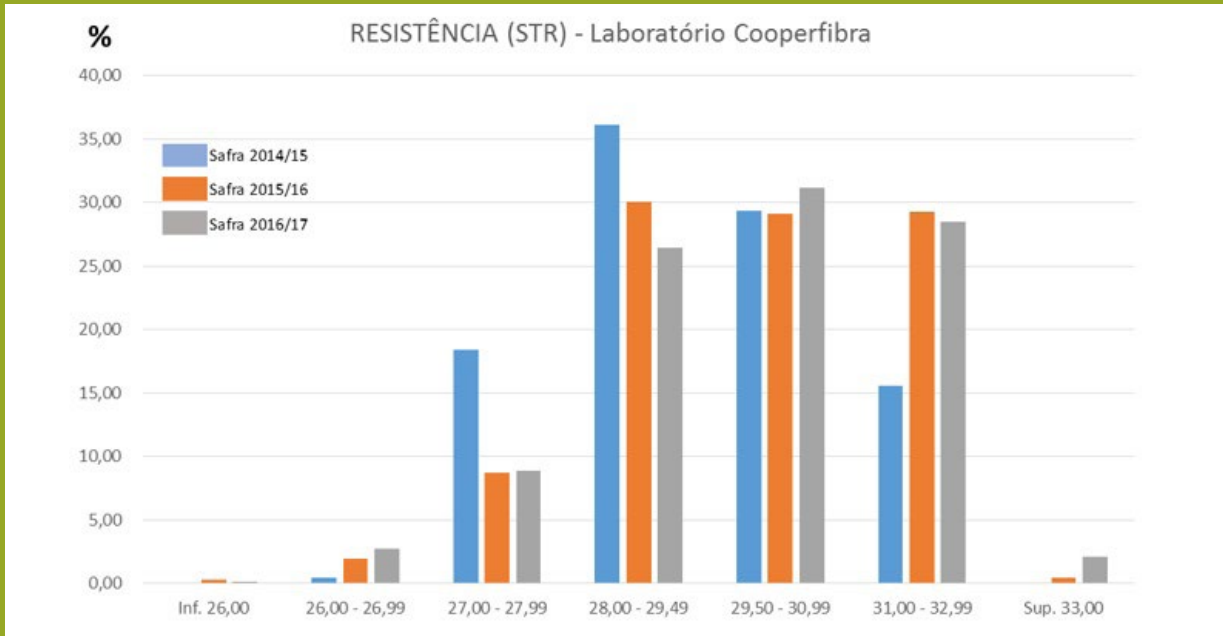


Gráfico 9. Histogramas de distribuição da resistência nas três últimas safras, em três regiões produtoras de MT

Menos de 10% dos fardos apresentam resistência inferior a 28 g/tex; mais de 45% apresentam fibra com mais de 30 g/tex, o que explica geralmente a satisfação dos compradores em relação a essa característica do algodão mato-grossense.

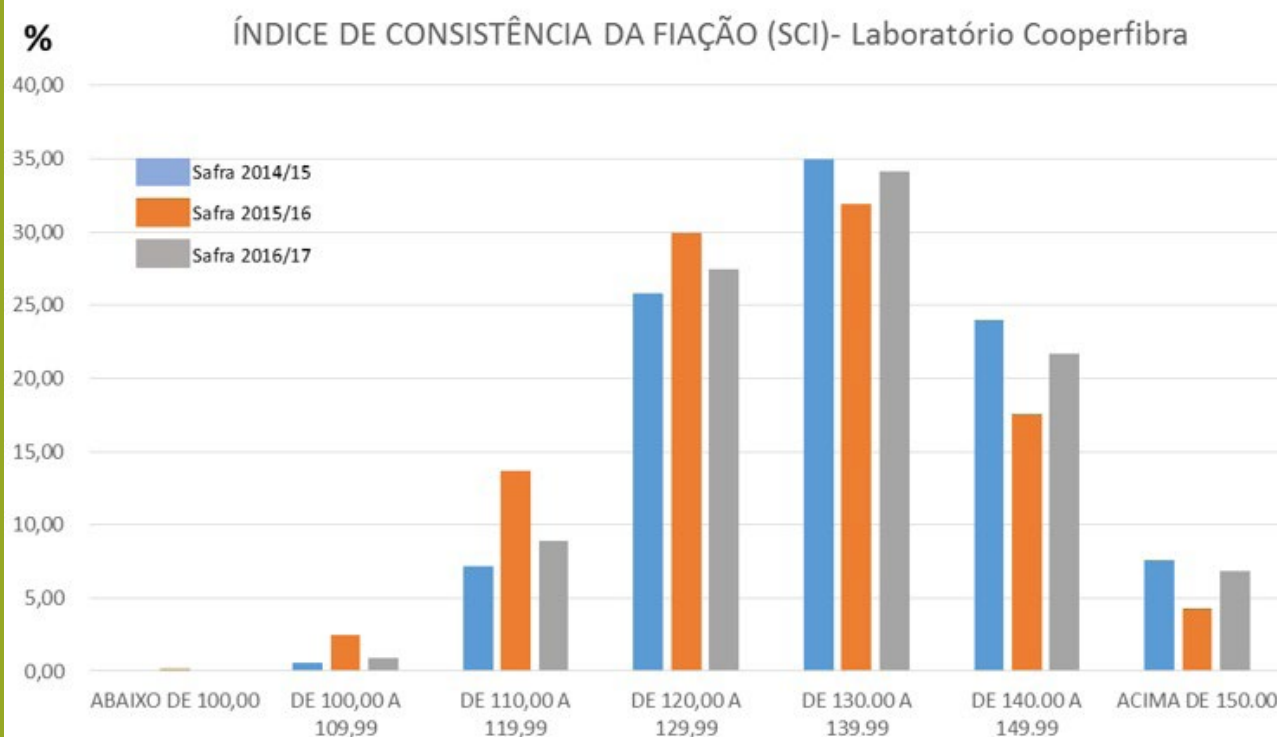
2.5 Índice de consistência da fiação (SCI)

O índice SCI, que conseguimos apresentar unicamente para a região de Campo Verde (*Gráfico 10*), é composto a partir de diversas características HVI; ele traduz o comportamento

em fiação dessa fibra: quanto mais elevado, melhor. Os industriais usam o valor de referência de 125, abaixo do qual uma fibra começara a dar problemas nos processos de fiação.

O gráfico da Cooperfibra mostra que 2016 foi a safra mais prejudicada (pluviometria reduzida) e nos induz a pensar que, provavelmente, 25% da produção pode ser abaixo desse padrão de referência de 125, porcentagem que precisamos reduzir ao longo dos anos para aumentar a aceitação da fibra nos mercados internacionais.

Gráfico 10. Histogramas de distribuição do SCI nas três últimas safras, na região de Campo Verde-MT



Considerações finais

Esse panorama é incompleto, não apresentando algodões de outras regiões algodoeiras importantes do Estado de Mato Grosso. Outro ponto é que a análise dos dados não pode ser mais completa porque os bancos de dados de cada laboratório apresentam relatórios com intervalos de distribuição diferentes, o que dificulta a comparação entre regiões. Enfim, não apresentamos resultados de classificação visual.

Apesar de tudo, esse breve panorama da fibra mato-grossense mostra que esse Estado produz uma fibra geralmente de boa qualidade, em se tratando dos parâmetros de comprimento e resistência. Esforços são realizados para melhorar outros parâmetros, como uniformidade e índice de fibras curtas.

Para a maioria das características HVI, há grande variabilidade. Isso se explica pela multiplicação

de variedades usadas (com características intrínsecas de fibra muito diferentes) e pela diversidade de condições de cultivo (semeadura de dezembro até final de fevereiro, com um algodão que pode ser submetido a um estresse de final de ciclo mais ou menos drástico). Maior homogeneidade dos lotes comercializados será atingida com o respeito a certas regras durante os diversos processos, desde a produção no campo até a colheita e o beneficiamento, e emblocando os fardos comerciais com base não apenas sobre o tipo de fibra, mas também sobre as características HVI.

Além dessas considerações sobre o perfil das características intrínsecas de fibras, o produtor mato-grossense tem consciência da necessidade de evitar qualquer tipo de contaminação da fibra (que não é medida na classificação HVI), em particular com açucares entomológicos, com a realização de controle das pragas de final de ciclo. ●

LITERATURA CONSULTADA

INMET. Dados em gráficos das estações meteorológicas automáticas do Inmet.

http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf acessado em 19/03/2018

COOPERFIBRA E UNICOTTON. Dados dos resultados do laboratório de classificação HVI. Recebidos dos laboratórios em fevereiro de 2018.



Vanessa
BELLOTE
Santista S.A.

Considerações da Santista sobre pegajosidade do algodão e a indústria têxtil

A **pegajosidade acontece** quando uma quantidade excessiva de açúcar presente na fibra de algodão é transferida para os equipamentos têxteis e interfere no processamento do material. O açúcar pode ser proveniente de insetos (entomológico), que costuma ser a fonte mais comum de contaminação, ou derivados da planta (fisiológico).

O honeydew é excretado por insetos comuns às plantações de algodão, como afídeos ou pulgões e moscas-

-brancas. Esses insetos ingerem seiva da planta e tecidos de folhas e os lançam posteriormente, excretando sobre folhas e capulhos abertos a substância açucarada. Os insetos são capazes de transformar a sacarose ingerida em mais de vinte tipos de açúcares diferentes percebidos no honeydew excretado.

Os principais açúcares encontrados no honeydew são os seguintes: **trealulose, melezitose**, sacarose, frutose e glicose.



The cotton aphid, *Aphis gossypii*, excretes honeydew rich in melezitose (ca. 30–40%). Their droplets (inset, 50X) tend to be larger than those produced by whiteflies.



Whiteflies, *Bemisia spp.*, also excrete honeydew, but as trehalulose-rich (ca. 40–50%) droplets (inset, 50X).

Os açúcares diferem quanto à pegajosidade; pode-se afirmar que sacarose, trealulose e melezitose são significativamente mais pegajosos quando depositados em fibras imaturas constituídas basicamente por glicose ou frutose.

O honeydew proveniente de afídeos

é composto por 40% de trealulose. Os pesquisadores do ITC (International Textile Center) conseguiram demonstrar que a trealulose tem maior tendência de acúmulo nos equipamentos das fiações por conta das mudanças das propriedades desse açúcar.

Tabela de tipos de açúcares x temperatura para 'melting point'

Tipo de Açúcar	Melting Point °C	Decomposição °C
Fructose	116	178
Glucose	152	210
Sucrose	184	215
Trealulose	48	193
Melezitose	152	225

A trealulose demonstrou ter o menor ponto de fusão (*melting point*), que fica em torno de 48°C, porém percebe-se que com temperaturas ao redor de 25°C, esse açúcar já começa a caramelizar. Além disso, a trealulose é altamente higroscópica, sendo capaz de absorver 17,5% de água em condições ambientais de 65% UR e 21°C, ou seja, em ambiente-padrão da fiação.

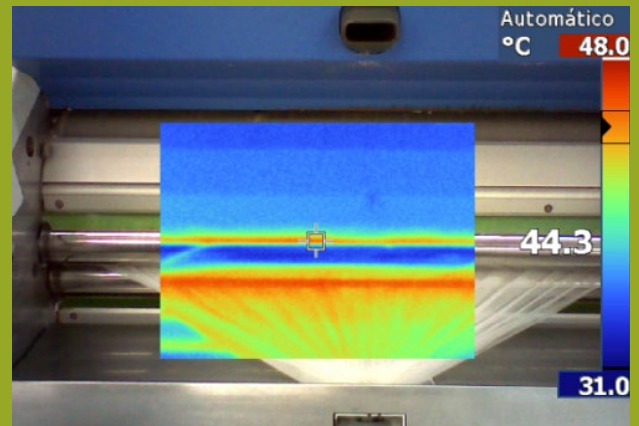
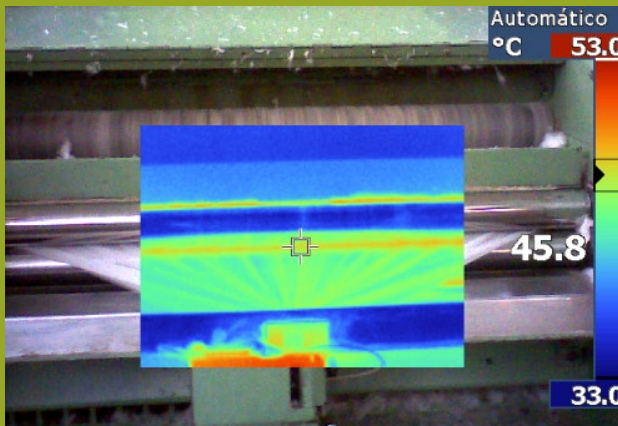
A relação que o pesquisador do ITC constatou foi

de três moléculas de água para uma de trealulose.

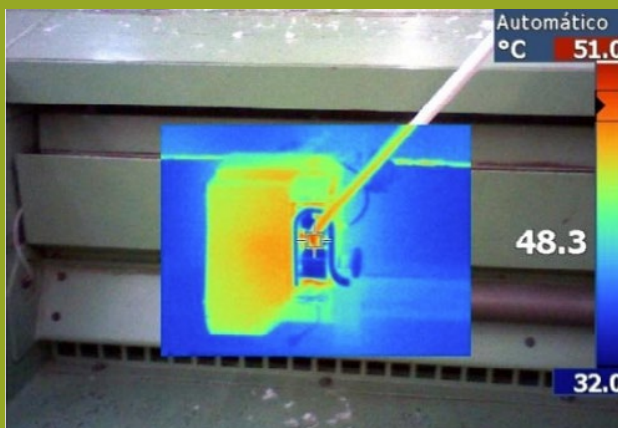
A combinação de um *melting point* baixo e alta capacidade de absorção de água pode originar situações desastrosas de pegajosidade no processo fabril, lembrando que essa condição de ambiente é facilmente encontrada no processo de abertura e cardagem do algodão.

Abaixo, fotos da temperatura das principais máquinas de fiação, em que temos temperatura mais elevadas:

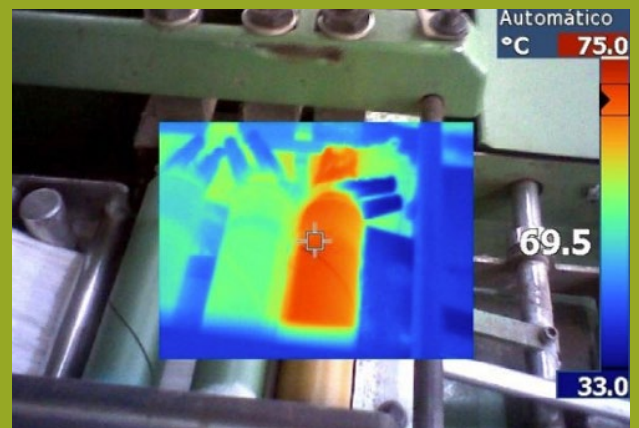
Cilindro de saída carda: 53°C e 48°C



Calandra de saída carda: 51°C



Rolinho de borracha da passadeira: 75°C



Conforme mencionado anteriormente, caso o algodão tenha contaminação por trealulose, certamente estará “grudando”, ou seja, terá seu *melting point* a partir de 48°C. Nas fotos acima (termossensíveis), podemos observar órgãos de máquinas ainda mais quentes, ultrapassando os 48°C.

O algodão pegajoso provoca depósitos dos açúcares e enrolamento de fibras em diversos órgãos de máquinas como cardas, maçarqueiras e fiadeiras, provocando:

- Mau andamento no processo de fiação, iniciando em cardas e dando continuidade em passadeiras, maçarqueiras até fiadeiras;
- Perdas de rendimento e produção (paradas, rupturas, aumento dos ciclos de limpeza);
- Excesso de impregnação nas máquinas (“borra de café”), sendo necessárias limpezas e manutenções fora do padrão e;
- Geração de defeito nos fios.

O método mais moderno e preciso para medir o nível de pegajosidade do algodão é o equipamento H2SD (High Speed Stickiness Detector), fabricado pelo Cirad (French Agricultural Research Centre for International Development), que por meio de análise física simula o processo de cardagem do algodão e detecta se há pegajosidade e o nível de contaminação.

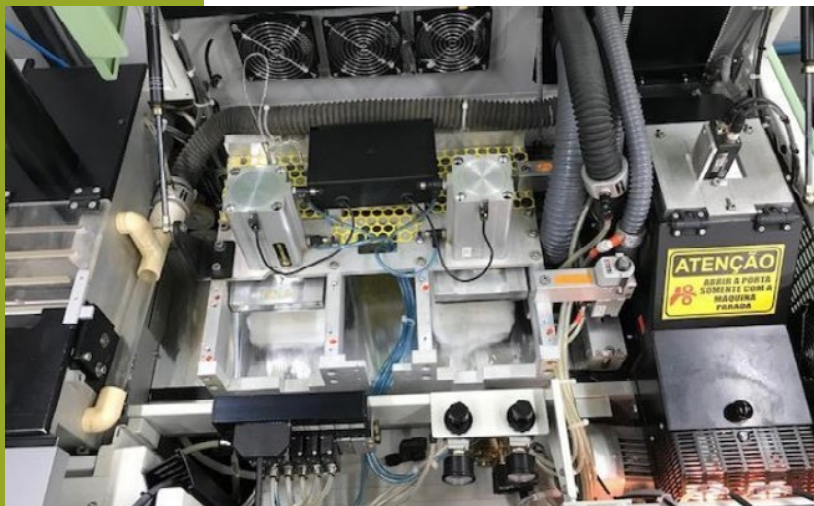


Foto H2SD - parte interna do equipamento



Foto H2SD - Stick points

Na Santista S.A. é realizada uma análise prévia através do H2SD, a fim de verificar se há ou não contaminação por açúcar, e, a partir disso, os lotes são liberados ou não para embarque. No período de 2009 a 2017, podemos observar uma evolução do porcentual de contaminação por pegajosidade principalmente nas duas últimas safras*:

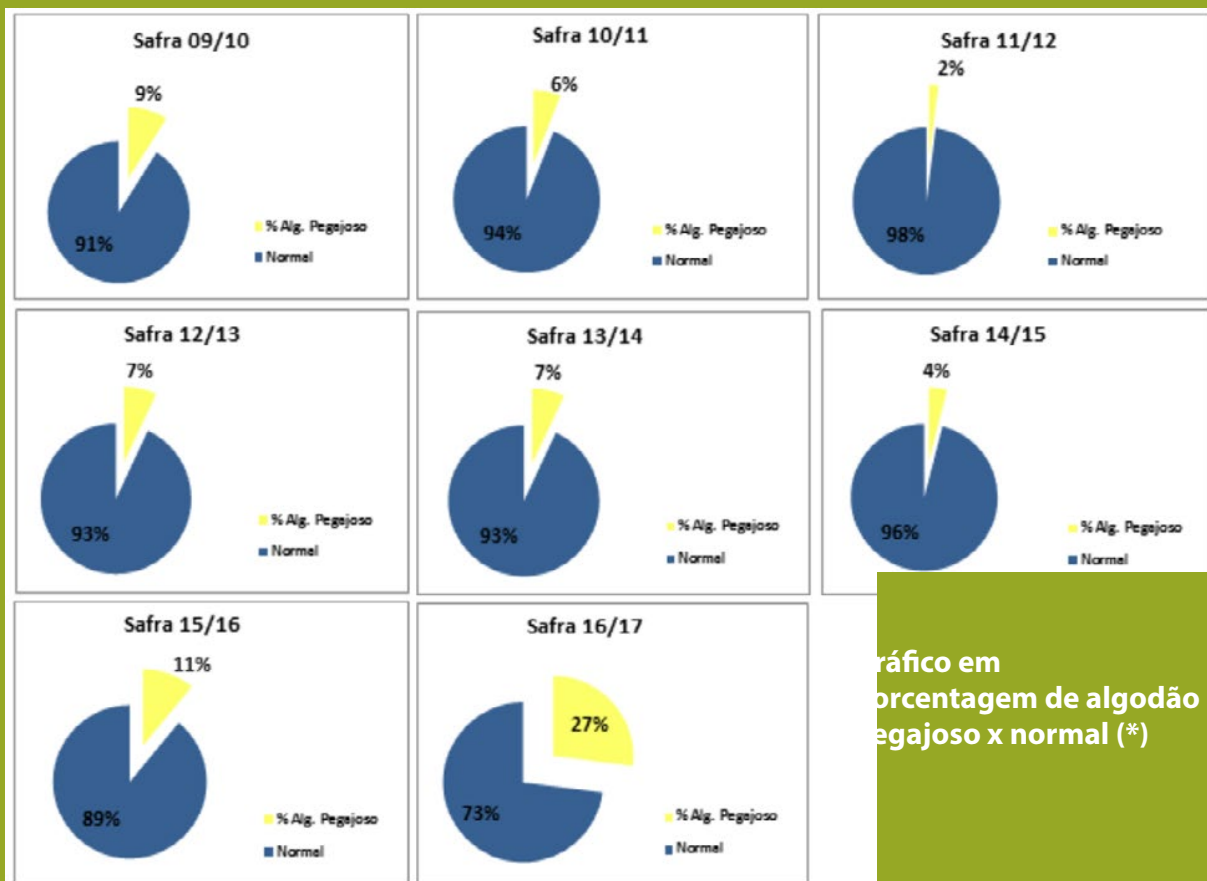


Gráfico em porcentagem de algodão pegajoso x normal (*)

Nas duas últimas safras, observamos um aumento considerável do percentual de lotes contaminados. A contaminação por açúcar no algodão brasileiro é um fator que vem preocupando a cada dia as indústrias têxteis brasileiras, pelo fato de nos trazer transtornos no momento do uso da matéria-prima. Tendo de consumi-lo muito gradativamente e, em alguns casos, dependendo do nível de contaminação, fica inviável o consumo dependendo do tipo de fiação (tecnologia de maquinaria), climatização da fiação e tipos e títulos de fios que serão produzidos.

O algodão contaminado com açúcar não traz

benefício algum para a cadeia têxtil, pelo contrário, desvaloriza a qualidade do algodão brasileiro para o mercado internacional, desvaloriza a qualidade no mercado interno sofrendo penalizações no momento da compra/venda e prejudica o processo fabril pelo mau andamento no processo e transtornos causados para a indústria, como já mencionado anteriormente. Por isso, é extremamente importante cada produtor ter cuidado e zelo com sua lavoura, desde a plantação até a fase final de colheita, pois qualquer descuido pode comprometer a qualidade do algodão e colocar em risco todo esforço, trabalho e investimento de uma safra. ●

LITERATURA CONSULTADA

HEQUET, E.; ABIDI, N. **Sticky cotton: measurements and fiber processing**. TTU Press (Edt), Lubbock-TX. 175p. 2006.

HEQUET, E.; HENNEBERRY, T.J.; NICHOLS, R.L. **Sticky cotton: causes, effects, and prevention**. USDA Technical Bulletin, 1915; 210 p. 2007.

** os dados da safra 2016/2017 ainda não estão consolidados, sendo que os níveis de pegajosidade observados, no mês de fevereiro de 2018, são inferiores aos do início da referida safra, prevendo-se que o valor médio da safra 2016/2017 deve ser menor que o atual.*

Nota dos autores:

O IMAmt, no âmbito do Programa de Qualidade de Fibra, a partir de novembro de 2016, em parceria com a SCR Serviços Administrativos e o Instituto Senai de Tecnologia Têxtil de Vestuário de Design - Unidade Senai Blumenau II - FBET, iniciou um trabalho envolvendo metodologias de análise de pegajosidade da fibra de algodão.

O objetivo é comparar diversos sistemas de avaliação do nível de açúcares em fibras de algodão que ocasionam problemas nas indústrias (fibras com problemas de pegajosidade ou com nível de caramelização) e estabelecer parâmetros/níveis a partir dos quais esses algodões pegajosos ocasionam problemas em diversos tipos de fiação. O foco é comparar os resultados obtidos pelo teste de caramelização em estufa e o teste por meio do Thermodetector H2SD, disponível agora em diversos laboratórios do Brasil.

Para realizar esse estudo, estão sendo recebidas, das indústrias têxteis, amostras de fibra problemáticas, que estão causando dificuldades no processo de fiação (enrolamentos nas cardas, rolos etc.), as quais estão sendo analisadas pelo teste de caramelização em estufa (Laboratórios do Instituto Senai-FBET, Blumenau/SC, Laboratório da Fiação São Bento, São Bento do Sul/SC, Laboratório da Associação Mineira dos Produtores de Algodão - AMIPA - Uberlândia/MG e Laboratório da Unicotton, Primavera do Leste/MT), por análises de cromatografia HPLC (método bioquímico) (Laboratório do Instituto Senai-FBET) e por análises com Thermodetector H2SD (Associação Goiana dos Produtores de Algodão - Agopa - Goiânia/GO, Laboratório da Cooperfibra, Campo Verde/MT, e Laboratório da Santista S.A., Americana/SP).

Nas amostras, as empresas indicam tipo de fiação, condições de operação desta (temperatura e umidade), descrevendo o(s) local(is) da fiação onde ocorre(m) os problemas, intensidade dos problemas e, eventualmente, fotos relacionadas aos problemas.