

# Interpretation and Use of Instrument Measured Cotton Characteristics

Interpretação e Uso de  
Características do Algodão  
Medidas por Instrumento

Version V 1.0

Issued on July 28, 2020

Language: Portuguese

A Guideline by ITMF International Committee on  
Cotton Testing Methods (ICCTM) & By  
ICAC Task Force On Commercial Standardization  
of Instrument Testing of Cotton (CSITC)



# **Interpretação e Uso de Características do Algodão Medidas por Instrumento**

**Guia editado pelo**  
**Comitê Internacional do ITMF para Métodos de Análise de Algodão (ICCTM)**  
**E pela**  
**Força Tarefa do ICAC para Padronização Comercial da Análise Instrumental de Algodão (CSITC)**  
**Versão em português (traduzida da versão em inglês)**

Editores e colaboradores:

- Jean-Paul Gourlot, CIRAD, UPR AÏDA, F-34398 Montpellier, França, e AÏDA, Univ Montpellier, CIRAD, Montpellier, França.
- Axel Drieling, Faserinstitut Bremen e.V. (FIBRE) / ICA Bremen, Bremen, Alemanha.
- Mona Qaud, Uster Technologies, Uster, Suíça.
- Stuart Gordon, CSIRO, Geelong, Austrália.
- Jimmy Knowlton, USDA AMS, Memphis, EUA.
- Malgorzata Matusiak, Lodz University of Technology, Lodz, Polônia.
- Marinus van der Sluijs, Textile Technical Services, Geelong, Austrália.
- Vikki Martin, Cotton Incorporated, Cary, EUA.
- Karsten Froese, Bremer Baumwollboerse, ICA-Bremen, Bremen, Alemanha.
- Chris Delhom, USDA-ARS-SRRC, Nova Orleans, EUA.

Publicado por:

- International Cotton Advisory Committee (ICAC), Washington, D.C., EUA
- International Textile Manufacturers Federation (ITMF), Zurique, Suíça

Esta publicação pode ser acessada nos seguintes sites:

- [www.csitc.org](http://www.csitc.org)
- [www.icac.org](http://www.icac.org)
- [www.itmf.org](http://www.itmf.org)

**A VERSÃO EM INGLÊS PREVALECERÁ EM CASO DE DISPUTA**  
**THE ENGLISH VERSION SHALL PREVAIL IN CASE OF DISPUTE**

Traduzido por: Jayme da Costa Pinto

Revisado por: Edson Tetsuji Mizoguchi, Abrapa/CBRA, Brasília, Brasil

Data da publicação da versão em português: 28 de julho de 2020

Versão 1.0



**INTERNATIONAL COTTON  
ADVISORY COMMITTEE**

1629 K Street NW, Suite 702,  
Washington DC 20006  
EUA

Telefone +1-202-463-6660  
Fax +1-202-463-6950  
e-mail: [secretariat@icac.org](mailto:secretariat@icac.org)

Força Tarefa para Padronização Comercial  
da Análise Instrumental de Algodão  
(CSITC)



**INTERNATIONAL TEXTILE  
MANUFACTURERS FEDERATION**

Wiedingstrasse 9  
CH-8055 Zurique  
Suíça

Telefone +41-44-283-6380  
Fax +41-44-283-6389  
e-mail: [secretariat@itmf.org](mailto:secretariat@itmf.org)

Comitê Internacional para Métodos de  
Análise de Algodão (ICCTM)

Referência bibliográfica:

Gourlot Jean-Paul, Drieling Axel, Qaud Mona, Gordon Stuart, Knowlton James, Matusiak Malgorzata, van der Sluijs Marinus, Martin Vikki, Froese Karsten, Delhom Chris, 2020. Interpretação e uso de características medidas segundo padrões SITC, Versão 1.0 publicada em 28 de julho de 2020, edição em português, um guia editado pela Força Tarefa do ICAC para Padronização Comercial da Análise Instrumental de Algodão (CSITC) e pelo Comitê Internacional do ITMF para Métodos de Análise de Algodão (ICCTM), 76 p.

Book edition by: Gourlot Jean-Paul e Drieling Axel

Cover edition by: Cotton Incorporated Public Relation Team

Esta obra está licenciada sob Licença Internacional do Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0. Para consultar uma cópia desta licença, acesse <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou escreva para Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, EUA.

## Sumário Executivo

### Análise do Algodão Visando Eficiência e Rentabilidade

O Manual para a Padronização da Classificação Instrumental do Algodão, publicado pela primeira vez em 2012 e revisado em 2018 conjuntamente pela Federação Internacional da Indústria Têxtil (International Textile Manufacturers Federation - ITMF) e pela Força-Tarefa para Padronização Comercial da Análise Instrumental de Algodão (Commercial Standardization of Instrument Testing of Cotton - CSITC), esclarece dúvidas sobre **como analisar** algodão usando instrumentos de alto volume. Esta publicação complementar, que chamamos de Guia de Interpretação, explica **como usar e interpretar** os resultados de análises instrumentais.

O objetivo do Guia de Interpretação é contribuir para o entendimento de análises instrumentais, levando a uma maior eficiência em todas as áreas da cadeia de valor do algodão, em movimento que resultará também em maior rentabilidade.

Este Sumário Executivo fornece uma breve visão geral do Guia de Interpretação, mas explicações detalhadas e informações úteis poderão ser encontradas no texto completo. Há capítulos separados para cada propriedade mensurável da fibra e subcapítulos para produtores, algodozeiras, comerciantes (merchants) e fiações.

Os capítulos 1 e 2 fornecem um preâmbulo e uma introdução ao Guia de Interpretação, enquanto o Capítulo 3 dá uma breve descrição da cadeia de suprimento da fibra. O capítulo 4 é dedicado ao tópico "Variabilidade". O algodão é um produto natural, e suas propriedades apresentam uma variabilidade natural tanto no nível da amostra como também entre amostras do mesmo fardo e, ainda, entre fardos. A variação na medição de cada propriedade é quantificada no Capítulo 4, e são fornecidas informações sobre o uso de dados instrumentais para a administração de estoques e para o processamento do algodão dentro dos limites impostos por essa variação natural. A distribuição dos resultados da análise instrumental é muito útil pois representa uma descrição precisa das características dos fardos organizados para venda e dos lotes de mistura que chegam às fiações.

Os resultados para Micronaire são descritos no Capítulo 5 como uma combinação de finura com maturidade.

- O micronaire de uma determinada amostra de algodão é afetado tanto pela genética como por fatores ambientais durante o crescimento da planta.
- Ao se compararem amostras de algodão da mesma variedade, as eventuais diferenças de micronaire refletirão diferenças na maturidade. No entanto, ao se compararem amostras de variedades diferentes, mas com maturidade semelhante, as diferenças no micronaire refletirão diferenças na finura.
- Para produtores, o micronaire pode ajudar na comparação de variedades de sementes.
- Para comercialização, é usado como uma indicação objetiva e confiável da combinação de finura com maturidade.
- Para fiações, a finura é crucial na previsão da fiabilidade do algodão e, ainda, da regularidade e da resistência do fio a ser produzido.
- O micronaire é importante para prever a afinidade tintorial, neps e aparência de fios e tecidos.

O comprimento da fibra, assunto do capítulo 6, geralmente é entendido como o comprimento médio da metade superior (UHML). O índice de uniformidade (UI) e o índice de fibras curtas (SFI) são medidas adicionais relacionadas à distribuição do comprimento da fibra.

- O comprimento é afetado pela genética, pelo clima durante o crescimento da planta e pelo processo de descaroçamento.
- As medidas instrumentais de UHML geralmente se assemelham aos resultados atribuídos por classificadores que fazem a medição manualmente. Os classificadores atribuem comprimentos em 32 avos de polegada, enquanto os resultados instrumentais são dados em centésimos de polegada ou em milímetros, e são mais fáceis de usar em cálculos da média ou do desvio padrão para várias amostras.
- O comprimento é um dos parâmetros mais importantes para a cadeia de valor do algodão em seus diferentes segmentos.
- O comprimento é a propriedade mais importante na produção de fio por anel.
- O comprimento afeta a fiabilidade do algodão e influencia o número de torções por polegada necessário para se atingir um determinado nível de resistência do fio. O comprimento é a propriedade mais importante na definição dos parâmetros do passador em uma fiação.
- A distribuição do comprimento influencia fortemente quase todos os parâmetros de qualidade do fio. O comprimento afeta a resistência do fio. A uniformidade do comprimento influencia a regularidade, e o índice de fibras curtas afeta a pilosidade.

As medições de resistência da fibra são discutidas no Capítulo 7.

- A resistência é resultado da variedade da semente e das condições de crescimento.
- Secagem excessiva e uso de limpadores de pluma durante o descaroçamento reduzirão a resistência e resultarão em maior quebra de fibras.
- A resistência é a propriedade mais importante para fiação open end (rotor) e Air-Jet.
- A resistência e o comprimento da fibra influenciam a resistência do fio, fator crucial para tecelagens.

A cor, tópico do capítulo 8, pode ser determinada por classificadores ou instrumentos tipo HVI. Classificadores atribuem um único grau de cor à amostra. Já os resultados instrumentais são uma combinação de refletância (Rd) e grau de amarelecimento (+ b). Graus de cor e resultados instrumentais podem ser superpostos usando um diagrama de Nickerson-Hunter.

- Mudanças na cor contam a história do fardo de algodão. O algodão pode mudar de cor, de branco para cinza ou amarelo, dependendo de como foi cultivado e colhido, do volume de chuva durante a colheita, do teor de umidade do caroço, e de quanto tempo ficou armazenado antes do descaroçamento. O algodão cinza ou amarelo geralmente será mais fraco que o algodão branco.
- No processamento, a cor é importante para o tingimento e para a homogeneidade do tingimento.

As medições de impurezas são discutidas no Capítulo 9. Impurezas consistem principalmente de folhas da planta de algodão.

- O grau de impureza é influenciado pelo método de colheita: manual, por colhedeira de fuso (picker) ou de arranque (stripper).
- Para um determinado método de colheita, o descaroçamento terá impacto decisivo no grau de impurezas.
- As impurezas podem ser parcialmente removidas na usina, com o uso de limpadores de pluma, ou durante os processos de cardagem e penteagem, antes de o algodão chegar aos passadores na fiação.

- Para fins de comercialização, as impurezas equivalem a qualquer conteúdo estranho à pluma e, portanto, têm impacto negativo sobre preços.
- As impurezas têm impacto negativo no processamento de têxteis.

Os capítulos 10 e 11 tratam de outras medições, como Neps, Pegajosidade, Índice de Consistência de Fiação (SCI) e Umidade.

- A formação de Neps (emaranhados de fibras) é influenciada pela maturidade das fibras e pela intensidade com que o algodão é beneficiado. O beneficiamento lento e cuidadoso, desde a usina até a fiação, reduz a formação de neps.
- Os neps prejudicam a aparência do fio.
- A pegajosidade causada por infestações de mosca branca ou pulgão interfere no processo de fiação, principalmente no estágio de estiramento dos fios. Pegajosidade elevada pode levar à interrupção das operações em uma indústria têxtil.
- O Índice de Consistência de Fiação é um parâmetro que combina os resultados de micronaire, resistência, comprimento, uniformidade de comprimento e cor obtidos por instrumentos de análise de alto volume.
- A umidade da fibra afeta o beneficiamento. A fibra seca é propensa a maiores taxas de quebra.

Um resumo das influências de cada parâmetro da fibra é dado na tabela abaixo:

Tabela: Propriedades da fibra, uso e influência, conforme indicado no Guia de Interpretação

Propriedade da Fibra	Uso na usina	Uso na comercialização	Uso na fiação	Influência sobre a qualidade do fio	Influência sobre o processo têxtil
Micronaire	-	XX	XX	XX	X
Comprimento	X	XX	XX	XX	-
Resistência	-	X	XX	XX	-
Cor	-	XX	-	X	X
Impurezas	XX	XX	X	XX	X
Neps	-	-	-	XX	X
Pegajosidade	-	X	XX	X	X

## **Índice**

1 - Preâmbulo .....	10
2 – Introdução .....	11
3 - Descrição das principais etapas de processamento nas indústrias de algodão e têxtil, e importância da gestão da qualidade na cadeia de suprimentos .....	13
4 – Gestão da variabilidade natural das características de qualidade do algodão para produzir materiais uniformes .....	14
4.1 – Fontes de variação dos resultados.....	14
4.2 - Quantificação da variação de resultados no nível da amostra e do fardo.....	16
4.2.1 – Quantificação A: Variações do instrumento em ensaios com uma amostra, com base em dados das rodadas CSITC.....	16
4.2.2 - Quantificação B: Variações do instrumento e do fardo em ensaios com uma amostra, com base em pré-análises feitas com material das rodadas ICA Bremen .....	17
4.2.3 – Quantificação de variações entre instrumentos .....	18
4.3 – Variações entre fardos de um lote.....	18
4.4 – Lidando com a variabilidade entre fardos e lotes: a organização de fardos em lotes de mistura.....	19
4.5 - Uso dos resultados das análises: resultados individuais vs resultados médios .....	24
5 - Micronaire .....	26
5.1 - Unidade, faixa de valores, significado no processo de harmonização da CSITC .....	26
5.2 - Instrumentos existentes para a medição de micronaire .....	28
5.3 - Descrição de possíveis relações entre resultados de 'avaliação manual e visual' e resultados de 'classificação instrumental' .....	29
5.4 - Resultados presentes na 'avaliação manual e visual' mas ausentes nos resultados de 'classificação instrumental' .....	30
5.5 – Uso dos resultados de Micronaire na produção de algodão.....	30
5.6 - Uso dos resultados de Micronaire na usina .....	30
5.7 - Uso dos resultados de Micronaire na comercialização .....	31
5.8 - Uso dos resultados de Micronaire em fiações / no processo têxtil .....	32
6 – Medição de Comprimento .....	33
6.1 - Unidade, faixa de valores, significado no processo de harmonização da CSITC .....	33
6.2 - Instrumentos existentes para a medição de parâmetros de comprimento .....	35
6.3 - Descrição de possíveis relações entre resultados de 'avaliação manual e visual' e resultados de 'classificação instrumental' .....	35
6.4 - Resultados presentes na 'avaliação manual e visual' mas ausentes nos resultados de 'classificação instrumental' .....	35
6.5 - Uso dos resultados de Comprimento na produção de algodão .....	36
6.6 - Uso dos resultados de Comprimento na usina.....	36

6.7 - Uso dos resultados de Comprimento na comercialização.....	36
6.8 - Uso dos resultados de Comprimento em fiações / no processo têxtil.....	37
7 – Medição de Resistência .....	39
7.1 - Unidade, faixa de valores, significado no processo de harmonização da CSITC .....	39
7.2 - Instrumentos existentes para a medição de resistência .....	40
7.3 - Descrição de possíveis relações entre resultados de 'avaliação manual e visual' e resultados de 'classificação instrumental' .....	41
7.4 - Resultados presentes na 'avaliação manual e visual' mas ausentes nos resultados de 'classificação instrumental' .....	41
7.5 - Uso dos resultados de Resistência na produção de algodão.....	41
7.6 - Uso dos resultados de Resistência na usina.....	41
7.7 - Uso dos resultados de Resistência na comercialização.....	42
7.8 - Uso dos resultados de Resistência em fiações / no processo têxtil.....	42
8 – Medição de Cor .....	43
8.1 - Unidade, faixa de valores, significado no processo de harmonização da CSITC .....	44
8.2 - Instrumentos existentes para a medição de cor .....	47
8.3 - Descrição de possíveis relações entre resultados de 'avaliação manual e visual' e resultados de 'classificação instrumental' .....	47
8.4 - Resultados presentes na 'avaliação manual e visual' mas ausentes nos resultados de 'classificação instrumental' .....	47
8.5 - Uso dos resultados de Cor na produção de algodão.....	48
8.6 - Uso dos resultados de Cor na usina.....	48
8.7 - Uso dos resultados de Cor na comercialização.....	48
8.8 - Uso dos resultados de Cor em fiações / no processo têxtil.....	50
9- Impurezas e contagem de partículas.....	51
9.1 - Unidade, faixa de valores, significado no processo de harmonização da CSITC .....	51
9.2 - Instrumentos existentes para a medição de impurezas .....	52
9.3 - Descrição de possíveis relações entre resultados de 'avaliação manual e visual' e resultados de 'classificação instrumental' .....	53
9.4 - Resultados presentes na 'avaliação manual e visual' mas ausentes nos resultados de 'classificação instrumental' .....	53
9.5 - Uso dos resultados de Impurezas e contagem de partículas na produção de algodão .....	53
9.6 - Uso dos resultados de Impurezas e contagem de partículas na usina.....	54
9.7 - Uso dos resultados de Impurezas e contagem de partículas na comercialização .....	54
9.8 - Uso dos resultados de Impurezas e contagem de partículas em fiações / no processo têxtil .....	55

10 – Outros parâmetros mensuráveis .....	56
10.1 – Índice de Consistência de Fiação .....	56
10.2 – Quantidade de fibras.....	57
10.3 – Umidade .....	57
10.3.1 - Uso dos resultados de Umidade na produção de algodão.....	58
10.3.2 - Uso dos resultados de Umidade na usina.....	58
10.3.3 - Uso dos resultados de teor de umidade na comercialização.....	58
11 – Outras características mensuráveis da fibra que podem ser avaliadas por outros instrumentos.....	60
11.1 - Neps.....	60
11.1.1 - Unidade, faixa de valores, significado no processo de harmonização da CSITC .....	60
11.1.2 - Instrumentos existentes para a medição de Neps .....	61
11.1.3 - Descrição de possíveis relações entre resultados de 'avaliação manual e visual' e resultados de 'classificação instrumental' .....	61
11.1.4 - Resultados presentes na 'avaliação manual e visual' mas ausentes nos resultados de 'classificação instrumental' .....	61
11.1.5 - Uso dos resultados de Neps na produção de algodão.....	61
11.1.6 - Uso dos resultados de Neps na usina.....	61
11.1.7 - Uso dos resultados de Neps na comercialização.....	62
11.1.8 - Uso dos resultados de Neps em fiações / no processo têxtil.....	62
11.2 – Pegajosidade .....	63
11.2.1 - Unidade, faixa de valores, significado no processo de harmonização da CSITC .....	63
11.2.2 - Instrumentos existentes para a medição de pegajosidade .....	64
11.2.3 - Descrição de possíveis relações entre resultados de 'avaliação manual e visual' e resultados de 'classificação instrumental' .....	64
11.2.4 - Resultados presentes na 'avaliação manual e visual' mas ausentes nos resultados de 'classificação instrumental' .....	64
11.2.5 - Uso dos resultados de Pegajosidade na produção de algodão .....	64
11.2.6 - Uso dos resultados de Pegajosidade na usina.....	65
11.2.7 - Uso dos resultados de Pegajosidade na comercialização.....	65
11.2.8 - Uso dos resultados de Pegajosidade em fiações / no processo têxtil.....	66
12 - Interação ou relações entre parâmetros.....	67
13 - Informação resumida .....	68
14 - Siglas que aparecem na edição em inglês.....	70
15 - Agradecimentos.....	71
16 - Lista de ilustrações.....	72
17 - Lista de tabelas.....	74
ANEXO A: Explicação detalhada da Figura 2 (e da Figura 3) .....	75

## **1 - Preâmbulo**

Análises instrumentais e padronizadas de algodão, feitas com equipamentos de alto volume, são cada vez mais comuns e vêm tomando o lugar da classificação manual como base para a comercialização da fibra. O objetivo do Comitê Internacional de Métodos de Análise de Algodão do ITMF (ITMF-ICCTM) é incentivar a pesquisa e o desenvolvimento de métodos aprimorados de análise e harmonizar os resultados desses ensaios. A Força-Tarefa do ICAC para Padronização Comercial da Análise Instrumental de Algodão (Força-Tarefa CSITC) busca facilitar a classificação instrumental e possibilitar o uso dos resultados para fins comerciais.

A fim de permitir que laboratórios de análise de algodão no mundo todo forneçam resultados confiáveis e comparáveis, a Força-Tarefa CSITC e o ITMF-ICCTM uniram esforços em 2012 para elaborar um manual universal e abrangente, abordando as melhores práticas em análises instrumentais comerciais de algodão, desde a amostragem até a emissão de um relatório final. Esse documento encontra-se disponível sob o nome "Manual para a Padronização da Classificação Instrumental do Algodão", doravante denominado "Manual de Classificação Instrumental", em vários idiomas nos endereços abaixo:

- [https://csitc.org/index.php?lien1=/instrument\\_testing/public\\_documents\\_it](https://csitc.org/index.php?lien1=/instrument_testing/public_documents_it)
- <https://www.icac.org/CommitteesandNetworks/SEEPDocuments?CommitteeLinkId=23>
- <http://www.itmf.org/committees/international-committee-on-cotton-testing-methods>.

Em 2016, o ITMF-ICCTM e a Força-Tarefa CSITC concordaram em trabalhar em conjunto na elaboração de um Guia mais abrangente para análise instrumental, aqui denominado 'Guia de Interpretação ITMF-ICCTM / CSITC'. O objetivo deste Guia é explicar como interpretar e aplicar resultados instrumentais em diferentes segmentos da indústria cotonicultora, desde a produção do algodão em caroço, passando pela fiação, e chegando ao tingimento de tecidos.

Propõe-se que este Guia seja atualizado periodicamente para registrar os resultados de trabalhos em andamento (sobre instrumentos para análise de fibra), o que deve gerar versões sucessivas deste texto. Essas versões incluirão atualizações baseadas em ideias, reflexões, perguntas e comentários trazidos a nós por leitores e usuários. Portanto, não hesite em contatar qualquer um dos colaboradores para futuras melhorias deste documento!

**Desde já, agradecemos.**

## 2 - Introdução

Desde o final do século XIX, a avaliação e a caracterização da 'qualidade' da fibra de algodão são realizadas por dois motivos principais:

- A qualidade do algodão depende da genética da planta (variedade) e das condições de produção, e esses fatores determinam o preço do algodão quando a fibra é transferida de um operador para outro, ao longo da cadeia de valor.
- Os resultados de análises de qualidade permitem prever o desempenho do algodão desde o descaroçamento até o tingimento, principalmente quando esses resultados são usados na gestão tanto da cultura quanto das máquinas de beneficiamento.

Durante a década de 1980, as linhas de instrumentos combinados (também chamados 'Instrumentos de Alto Volume' ou 'HVI') começaram a substituir instrumentos individuais - como o Micronaire, o Fibrograph e o Stelometer / Pressley. A expressão 'HVI' é hoje uma marca registrada e, assim, este Guia adotará a terminologia "instrumento de alto volume", de acordo com o descrito no Manual de Classificação Instrumental, que também padronizou e harmonizou métodos de análise, parâmetros e material de calibração para todos os instrumentos.

No entanto, como ainda existe muita confusão entre as definições usadas para classificação manual e para análise instrumental, é importante ter um entendimento comum do método de análise e de seus resultados, que seja adequado a todos. Assim, o 'Guia de Interpretação ITMF-ICCTM / CSITC' visa definir todas os termos técnicos atualmente em uso e colocá-los em contexto, ou seja, segundo seu escopo de aplicação, uso e limites de uso, unidades, etc.

O Manual de Classificação Instrumental abrange procedimentos de amostragem e análise para linhas de instrumentos de alto volume; já o "Guia de Interpretação ITMF-ICCTM / CSITC" fornece definições e aplicações dos resultados.

Propriedades e valores característicos considerados neste Guia incluem:

- Parâmetros SITC importantes:
  - Micronaire (representando finura e maturidade)
  - Comprimento (Comprimento Médio da Metade Superior - UHML, Índice de Uniformidade e Índice de Fibras Curtas)
  - Resistência (Resistência e Alongamento)
  - Cor (Refletância e Amarelecimento)
  - Impurezas (Contagem e Área)
- Outros parâmetros fornecidos pelo instrumento, mas geralmente não considerados:
  - Índice de Consistência de Fiação
  - Amount
  - Umidade
- Características que podem ser medidas usando outros instrumentos:
  - Maturidade
  - Finura
  - Neps
  - Pegajosidade....

Para cada uma dessas características, o uso e a interpretação dos resultados medidos são descritos para as seguintes áreas:

- Produção de algodão (práticas agrônômicas e preparação para a colheita)
- Usinas
- Comercialização
- Fiações e processos têxteis.

Estas descrições levam em consideração que as fibras de algodão, sendo um produto natural, apresentam características altamente variáveis nas amostras e entre amostras representativas e, portanto, qualquer resultado de medição carrega uma imprecisão inerente e é marcado por tolerâncias, elas próprias ligadas à capacidade dos instrumentos para medir as diferenças, quando existentes, de forma adequada, precisa e no tempo certo.

### **3 - Descrição das principais etapas de processamento nas indústrias de algodão e têxtil, e importância da gestão da qualidade na cadeia de suprimentos**

As principais etapas constituintes das indústrias de algodão e têxtil estão na Figura 1.

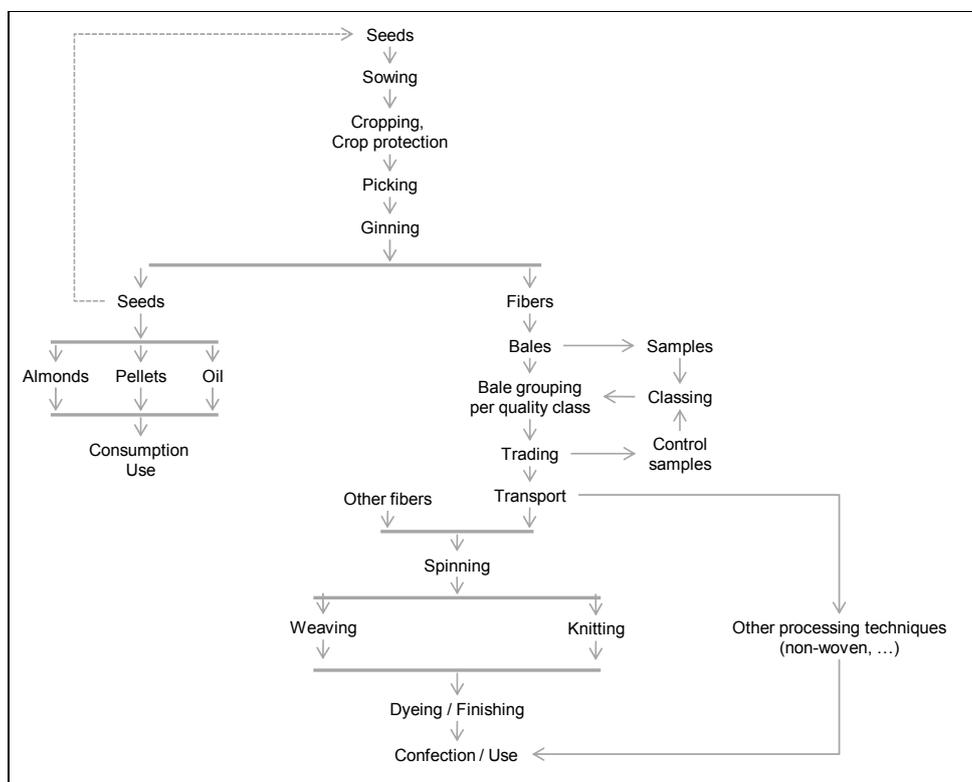
A jornada de produção começa com a semeadura das sementes, seguida pelo surgimento da planta, depois pela colheita do algodão em caroço e pelo transporte até a usina.

Na usina, o algodão pode ser limpo antes que as fibras sejam separadas da semente e, em seguida, possivelmente tratado por um limpador de pluma. A fibra de algodão (pluma) é então compactada em fardos para armazenamento e transporte para as fiações. Uma amostra de fibra de cada fardo é coletada para análise de qualidade (classificação manual e / ou instrumental). Esta etapa também permite o agrupamento dos fardos em lotes com base nos resultados da análise de qualidade, para posterior comercialização, transporte e processamento.

O processo de fiação é projetado para abrir, limpar, homogeneizar e reunir fibras em fios, com a exigência de trabalhar com um conjunto constante de características com o mínimo de variação possível na matéria-prima, a fim de manter um conjunto quase constante de características para os fios produzidos. A fiação é um dos processos em que outras fibras, que não o algodão, podem ser introduzidas na produção.

Tecelagem e malharia são as duas principais técnicas usadas na indústria têxtil para produzir tecidos. São processos que exigem especial atenção à estabilidade e à homogeneidade das características de qualidade ao longo das etapas.

A operação de tingimento e acabamento são os passos finais para a produção de tecidos que serão usados na produção de roupas para o consumidor final, já na etapa de confecção. Estas também são as operações em que os problemas de gestão da qualidade de matérias-primas e transformadas geralmente se revelam.



**Figura 1: Cadeia de suprimentos das indústrias de algodão e têxtil: principais fluxos de materiais.**

#### **4 - Gestão da variabilidade natural das características do algodão para produzir materiais uniformes**

As características da fibra de algodão mudam por vários motivos. As propriedades finais de um fardo dependem da variedade de algodão, do tipo de produção (condições agrônomicas como, por exemplo, mecanização, condições de cultivo, técnica de colheita ou clima), da organização da coleta do algodão em caroço, do transporte e armazenamento, e do tipo e da configuração dos equipamentos na usina. Isso induzirá a variabilidade nos valores de qualidade da fibra em vários níveis: na amostra, no fardo e entre fardos, no lote e entre lotes e até mesmo durante toda a safra. Além disso, a mistura de algodão de várias origens é procedimento padrão em fiações, o que pode introduzir uma nova fonte de variabilidade que os fabricantes precisam administrar durante a produção.

A mesma situação se aplica à indústria de tecelagem e / ou malharia, e vai além, onde fios e depois, os tecidos, têm características de qualidade variáveis, que precisam ser consideradas em relação ao produto a ser fabricado e à tecnologia para produzi-los.

Para controlar esses múltiplos níveis de variabilidade de qualidade do material, várias soluções podem ser usadas isoladamente ou em combinação:

- Verificação, organização ou controle da maioria das fontes de variabilidade das características do material,
- Compra de matérias-primas cujas características fiquem dentro de certos limites,
- Gestão da variabilidade para evitar problemas de qualidade e produtividade.

O escopo desse controle depende das informações disponíveis sobre os materiais. Em linha com os objetivos da Força-Tarefa CSITC e do ITMF ICCTM, iremos nos concentrar nas fibras de algodão como matéria-prima:

- Informações de classificação manual / visual das amostras permitem que apenas algumas propriedades sejam administradas. Para que a gestão de matérias-primas se baseie em novos resultados, outras amostras devem ser colhidas e analisadas por instrumento.
- Com mais resultados instrumentais, mais características podem ser usadas para gerenciar a qualidade, dependendo dos objetivos de produtividade.

##### **4.1 - Fontes de variação dos resultados**

A variabilidade de resultados de análises ocorre:

- Por variações no material analisado (amostra, veja abaixo) e
- Por variações no processo de análise; no método de análise, na calibração, na atuação do operador / pessoal, no ambiente, no instrumento e em dispositivos auxiliares (esses itens são discutidos no Manual de Análise CSITC).

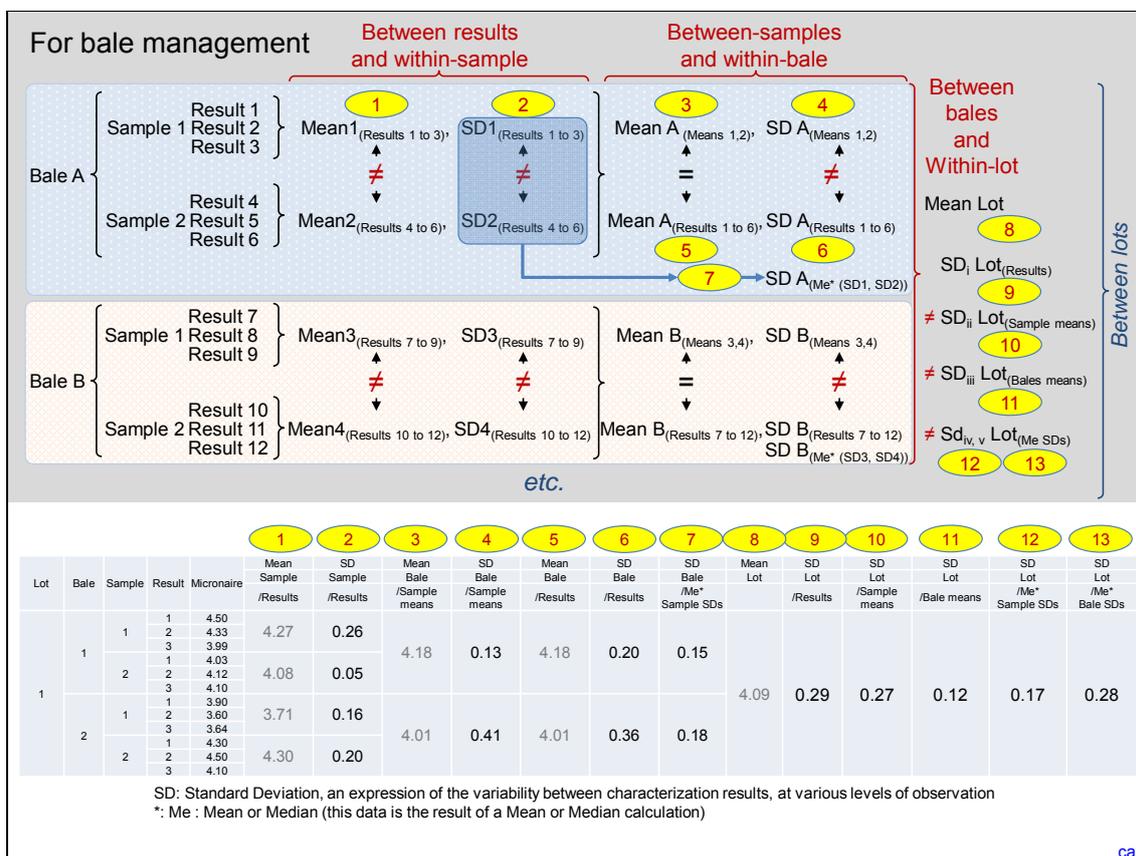
Infelizmente, às vezes é difícil distinguir entre as variações no material e variações resultantes do próprio método de análise, pois ambas estão presentes simultaneamente no resultado final. Portanto, todo resultado normalmente inclui as duas fontes de variação. Assim, a variação no método de análise deve ser mantida no mínimo, embora se entenda que não pode ser completamente evitada, principalmente quando são feitas comparações entre laboratórios.

Outras fontes de variação - como variabilidade relacionada ao material, por exemplo – também são consideradas neste documento:

- Entre fibras únicas;
- Entre corpos de prova diferentes, mede a variabilidade da análise e também do material;
- Entre diferentes amostras em um fardo, na mesma camada ou entre camadas, mede a variabilidade no fardo e inclui os níveis de variabilidade acima;
- Entre diferentes fardos em um lote, mede a variabilidade no lote e inclui os níveis de variabilidade acima;

- Entre lotes diferentes, também inclui os níveis de variabilidade acima.

Cada um desses níveis de observação permite o cálculo de médias e desvios-padrão (Figura 2). É preciso ter em mente que essas médias e desvios-padrão carregam cada vez mais fontes de variabilidade à medida que o processo avança, desde a fibra de algodão até a formação de lotes de fardos. De qualquer forma, as médias e os desvios-padrão devem ser comparados com muito cuidado, pois dependem dos números básicos usados para fazer os cálculos, e somente se a mesma metodologia de cálculo tiver sido usada em cada situação. Se necessário, explicações detalhadas das figuras 2 e 3 são fornecidas no Anexo A.



**Figura 2: Várias formas de cálculo para médias e desvios padrão (DP) no caso da gestão de fardos: influência dos valores de médias e DP (explicação no Anexo A)<sup>1</sup>**

Os parágrafos a seguir fornecem dados que quantificam a significância de uma ou mais fontes de variação nos resultados, limitadas às variações de material. Quando a fonte da variação depende das condições da análise, os dados são fornecidos pelo Manual de Análise CSITC. Os dados apresentados neste Guia dependem de cálculos específicos, obtidos no âmbito das rodadas interlaboratoriais ou de experimentos específicos; cada um dos dados exibidos nos próximos parágrafos se refere a métodos de cálculo apresentados na Figura 3.

<sup>1</sup> Esse esquema é verdadeiro apenas quando o número de pontos de dados permanece uniforme em todos os níveis (resultado do ensaio, nível da amostra e do fardo).

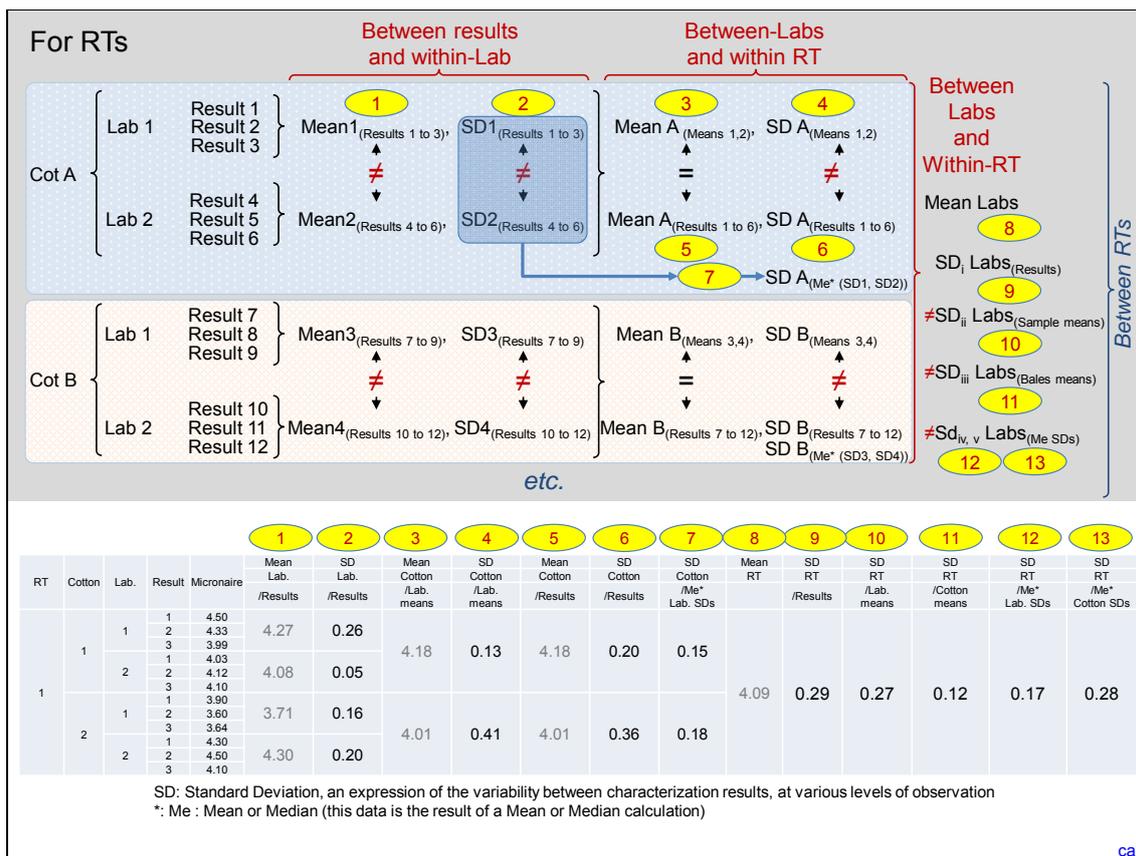


Figura 3: Várias formas de cálculo para médias e desvios padrão (DP) no caso de resultados de rodadas interlaboratoriais: influência dos valores de médias e DP (explicação no Anexo A)<sup>2</sup>

#### 4.2 - Quantificação da variação de resultados no nível da amostra e do fardo

É importante obter estimativas para os níveis de variação para se chegar à significância de um resultado específico. Ao realizar um número maior de ensaios (considerar aqui o impacto no custo das análises) em uma amostra ou camada de fardo, ou em várias amostras de posições diferentes de um fardo, será possível quantificar a variação dos resultados nas amostras, por um lado, e entre amostras e nos fardos, por outro. Essas variações incluem variações relacionadas ao material, bem como variações relacionadas ao método de ensaio. Resultados com variações semelhantes podem ser obtidos analisando-se também dados de ensaios únicos das rodadas interlaboratoriais, como mostra a Figura 3.

##### 4.2.1 - Quantificação A: Variações do instrumento em ensaios com uma amostra, com base em dados das rodadas CSITC

Pré-requisitos:

- Apenas amostras de algodão US Upland. Fardos escolhidos pelo USDA-AMS, tentando evitar fardos com alta variabilidade (fardos candidatos).
- Cada laboratório participante analisará as amostras 6 vezes por dia no mesmo instrumento.
- Repetindo ensaios em 5 dias diferentes, é também possível quantificar a variação dos resultados entre os dias (cada dia equivale à média de 6 ensaios), que é influenciada principalmente pelas condições do ensaio, e não por variações do material.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Esse valor é verdadeiro apenas quando o número de pontos de dados permanece uniforme em todos os níveis (resultado do ensaio, nível da amostra, do laboratório e das rodadas interlaboratoriais).

- Como o laboratório recebe uma amostra por fardo, a variação da amostra exclui a variação entre amostras diferentes do fardo.
- Com a participação de 120 a 160 instrumentos, os resultados serão relatados como a mediana das variações de cada instrumento.

Para Micronaire, Resistência, Comprimento, Uniformidade de Comprimento, Cor Rd e Cor + b, é possível mostrar desvios padrão (Tabela 1). Para Índice de Fibras Curtas e Impurezas, como a variação aumenta muito com o valor medido, usa-se o Coeficiente de Variação (CV%) em vez de Desvios Padrão (Tabela 2).

**Tabela 1: Variação do instrumento em uma amostra: mediana dos desvios padrão (DP) do instrumento; média de 32 amostras de algodão US Upland das rodadas RT 2017-1 a 2018-4.**

Variação do instrumento [em Desvios Padrão (DP)]						
Característica	Mic	Resist	UHML	Unif	Rd	+b
Unidade		g/tex	pol/mm	%		
Variação entre ensaios feitos em um dia <sup>3</sup> (mede a variação da amostra)	0,035	0,53	0,0099 pol 0,25 mm	0,51	0,17	0,097
Variação entre dias diferentes <sup>4</sup> (mede a variação do instrumento)	0,025	0,33	0,0055 pol 0,14 mm	0,27	0,16	0,093

**Tabela 2: Variação do instrumento: mediana do Coeficiente de Variação (CV%); média de 32 amostras de algodão US Upland das rodadas RT 2017-1 a 2018-4.**

Variação do instrumento [em termos de Coeficiente de Variação (CV%)]			
Característica	SFI (fibras curtas), CV%	Área de Impurezas, CV%	Contagem de Impurezas, CV%
Variação entre ensaios feitos em um dia <sup>5</sup>	4,8	16	13
Variação entre dias diferentes <sup>6</sup>	2,6	13	10

#### 4.2.2 - Quantificação B: Variações do instrumento e do fardo em ensaios com uma amostra, com base em pré-análises feitas com material das rodadas ICA Bremen

Pré-requisitos:

- Ampla gama de origens, com diferentes variedades e ambientes de colheita e descaroçamento (Benin, Brasil, Costa do Marfim, Grécia, Guiné, Israel, Sudão, EUA).
- Feito como um pré-ensaio para as rodadas interlaboratoriais ICA Bremen.
- Ensaios feitos em um laboratório e em um instrumento.
- Análise de uma amostra por camada, 10 camadas por fardo com uma amostra por camada, 6 análises por amostra em um instrumento em um laboratório em um dia de ensaios.

<sup>3</sup> Figura 3, cálculo ref. 2, explicado no ANEXO A

<sup>4</sup> Figura 3, cálculo ref. 10, explicado no ANEXO A.

<sup>5</sup> Figura 3, cálculo ref. 2, explicado no ANEXO A.

<sup>6</sup> Figura 3, cálculo ref. 10, explicado no ANEXO A.

**Tabela 3: Variação do instrumento em uma amostra: intervalo do Desvio Padrão (DP) do instrumento para oito fardos de rodadas ICA Bremen RT 2016-1 a 2018-2.**

	Micronaire	Resistência	Comprimento	Comprimento
	sem unidade	g/tex	mm	polegada
Variação entre ensaios feitos em uma amostra, DP <sup>7</sup>	0,02 a 0,09	0,6 a 1,6	0,29 a 0,73	0,01 a 0,03
Variação entre as camadas do fardo, SD <sup>8</sup>	0,02 a 0,08	0,24 a 0,69	0,1 a 0,32	0,004 a 0,013

#### 4.2.3 - Quantificação de variações entre instrumentos

Até este estágio, apenas a variação de instrumentos considerados individualmente foi levada em conta. Quando há resultados, para o mesmo fardo, vindos de diferentes laboratórios / instrumentos, a variação entre instrumentos deve ser considerada em conjunto com as variações dos instrumentos considerados individualmente.

**Table 4: Table of between instrument variations as reported by the CSITC Testing Guideline (extracted).**

<b>Variações entre instrumentos (Média do DP entre instrumentos para 16 amostras de algodão US Upland)</b>						
Característica	Mic	Resist	UHML	Unif	Rd	+b
Unidade		g/tex	polegada	%		-
com base em 30 análises por instrumento	0,057	0,71	0,010	0,46	0,52	0,27
com base em 6 análises por instrumento	0,063	0,82	0,012	0,54	0,55	0,28
com base em análises únicas	0,072	0,96	0,015	0,73	0,60	0,32

Para mais informações sobre esses níveis de variação, consulte o Manual de Classificação Instrumental.

#### 4.3 - **Variações entre fardos de um lote**

Com base na Figura 2, não é possível obter uma indicação válida do nível de variabilidade entre fardos de um lote, pois os lotes podem ser definidos como lotes de produção ou lotes de vendas:

- A variabilidade dos lotes de produção depende, por exemplo, de como o lote foi montado; da área de onde os fardos se originam, do número de fazendas, variedades e sistemas de cultivo, incluindo descaroçamento, número de usinas incluídas no lote e, por fim, o tipo e o maquinário da usina.
- Lotes de vendas podem ser organizados para se ajustarem melhor à produção, vendas ou processamento, cada um resultando em níveis de variabilidade muito diferentes.

No entanto, algumas amostras de variabilidades típicas de lotes de produção podem ser fornecidas. Isso não significa que os lotes de vendas exibem variações semelhantes.

Se possível, uma versão futura deste Guia de Interpretação conterá exemplos dos níveis de variações em diferentes escalas e regiões de cultivo. Para tanto, **convocamos voluntários**.

<sup>7</sup> Figura 3, cálculo ref. 2, explicado no ANEXO A.

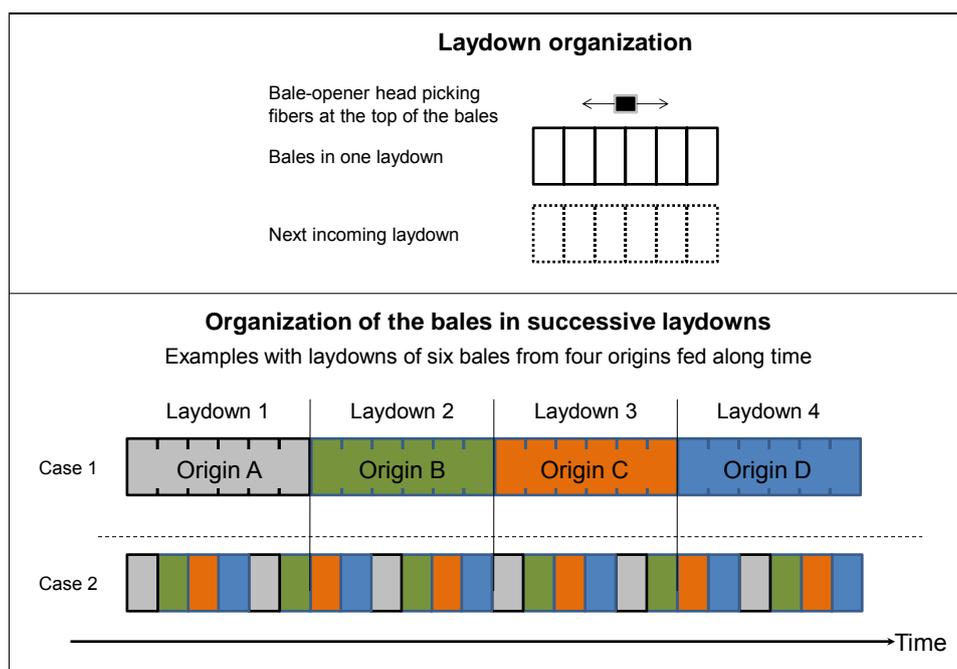
<sup>8</sup> Não é possível fornecer um link direto para uma ref. na Figura 3 pois seria preciso adicionar um nível de variação relativo à "Camada", o que complicaria demais o cálculo.

#### 4.4 - Lidando com a variabilidade entre fardos e lotes: a organização de fardos em lotes de mistura

Como visto anteriormente, as características do algodão e os resultados dos ensaios variam em diversos níveis. A gestão da variabilidade entre fardos durante o processamento na fiação é descrita a seguir, para o caso do micronaire.

Existem duas técnicas principais para a abertura dos fardos (Figura 4) na fiação:

- Geralmente, os fardos são organizados em lotes de mistura que alimentarão a máquina onde serão abertos. Enquanto um lote está sendo colocado na máquina (a mesma quantidade de fibras é retirada de cada um dos fardos, que são consumidos em tempos iguais), outro lote é preparado. Como as fibras são retiradas de todos os fardos do lote, a operação de mesclagem ocorre desde o início do processo.
- Os fardos podem ser organizados em diversos tipos de lotes de mistura, que alimentarão sucessivamente a máquina de abertura, para facilitar o gerenciamento da variabilidade das características da fibra. A Figura 4 (abaixo) ilustra dois exemplos de organização de fardos em lotes com quatro origens e seis fardos por lote. Os lotes podem ser abertos sucessivamente por origem (Caso 1) ou de modo aleatório (ou segundo uma finalidade), alternando-se sucessivamente entre as origens<sup>9</sup> (Caso 2). Dependendo da organização, várias ocorrências e consequências podem ser deduzidas, principalmente quando as características da fibra são vistas como sendo diferentes entre as origens (Tabela 5).



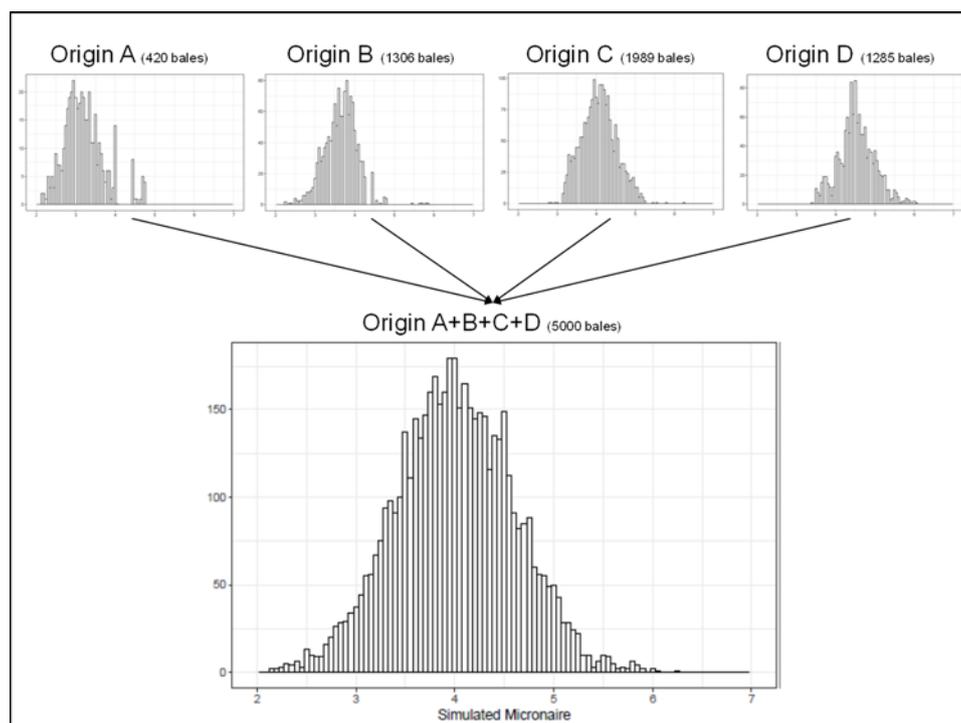
**Figura 4:** Usando uma máquina de abertura de fardos, exemplos de dois casos de organização de fardos em lotes sucessivos para processamento: **Caso 1:** todos os fardos de uma origem são processados antes do processamento de fardos da próxima origem, e assim por diante; **Caso 2:** fardos de várias origens são distribuídos aleatoriamente (ou segundo finalidade definida) entre vários lotes sucessivos. Os exemplos precisam ser ampliados, pois os lotes podem ter até cerca de 15 origens e até 100 fardos em situações reais.

<sup>9</sup> Origem aqui representa qualquer fonte de variação: país de origem, grupo de qualidade atribuído (por característica, fornecedor de fardos, comerciante de algodão ...), chegada do lote de fardos ou qualquer item dessa natureza.

**Tabela 5: Consequências previstas quando se altera a organização dos fardos nos lotes de mistura.**

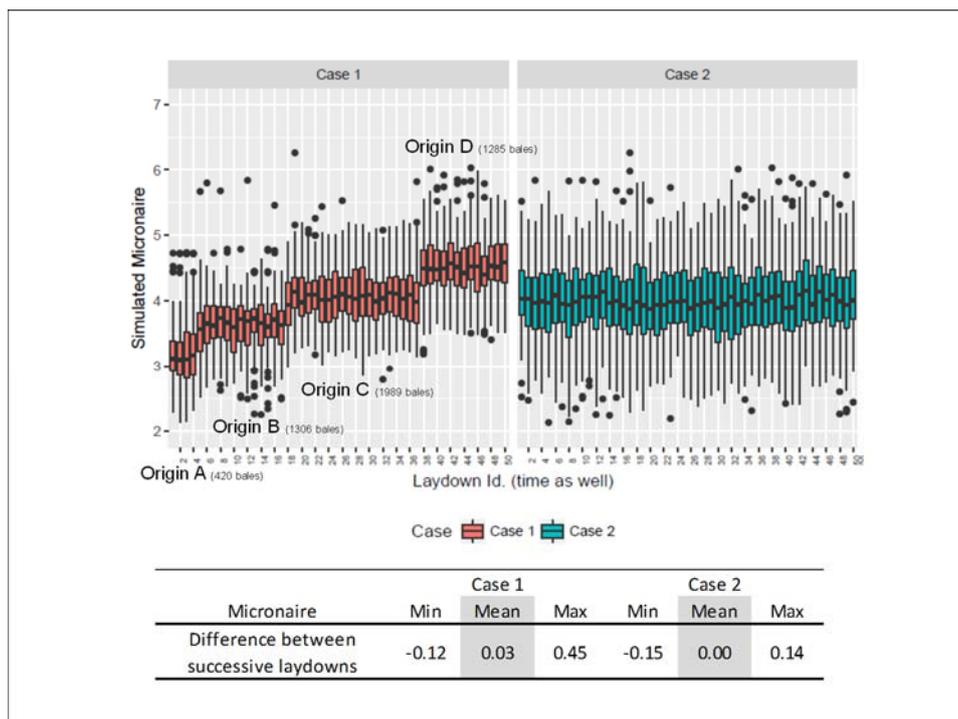
Caso 1	Caso 2
<p>A cada alteração na origem que resulte em uma potencial alteração rápida na qualidade do fio, será necessária uma alteração na identificação do lote do fio, combinada com as respectivas medidas de gerenciamento.</p>	<p>A duração do uso de uma dada origem pode se estender mais no caso 2 do que no caso 1.</p> <p>A incidência da falta de uma origem será menor no fio e na qualidade do tecido do que no caso 1.</p> <p>Qualquer origem ausente pode ser facilmente substituída por outra, também durando muito tempo, sem muita incidência nas características do produto final.</p> <p>No entanto, se as distribuições forem muito amplas, poderão ocorrer problemas na qualidade do fio: manchas brancas afetando micronaire, pilosidade, pontos finos / grossos e pontos fracos afetando comprimento, resistência ...</p>

Nos exemplos a seguir, é usado um conjunto finito de 5.000 fardos de quatro origens (A a D) cujas características de micronaire (simuladas<sup>10</sup>) estão representadas na Figura 5. No caso 1 da Figura 4, os fardos podem ser processados em ordem aleatória, mas separados por origem, e em lotes de mistura sucessivos de 100 fardos cada um. No Caso 2 (Figura 4), os fardos podem ser processados em ordem aleatória, agora considerando todas as origens conjuntamente, e em lotes de mistura sucessivos de 100 fardos cada um; portanto, as origens A a D fazem parte de cada lote que chega, proporcionando uma melhor operação de mistura.



**Figura 5: Exemplos de distribuições para quatro origens (Micronaire Simulado) e uma proposta de organização de fardos em 50 lotes sucessivos (de 100 fardos cada um) alimentando a fiação.**

<sup>10</sup> As leituras individuais de micronaire foram simuladas segundo distribuições gaussianas, com valores médios crescentes por origem (A: 3,2; B: 3,6; C: 4,1; D: 4,5) e um valor comum e estável de DP (DP = 0,45).



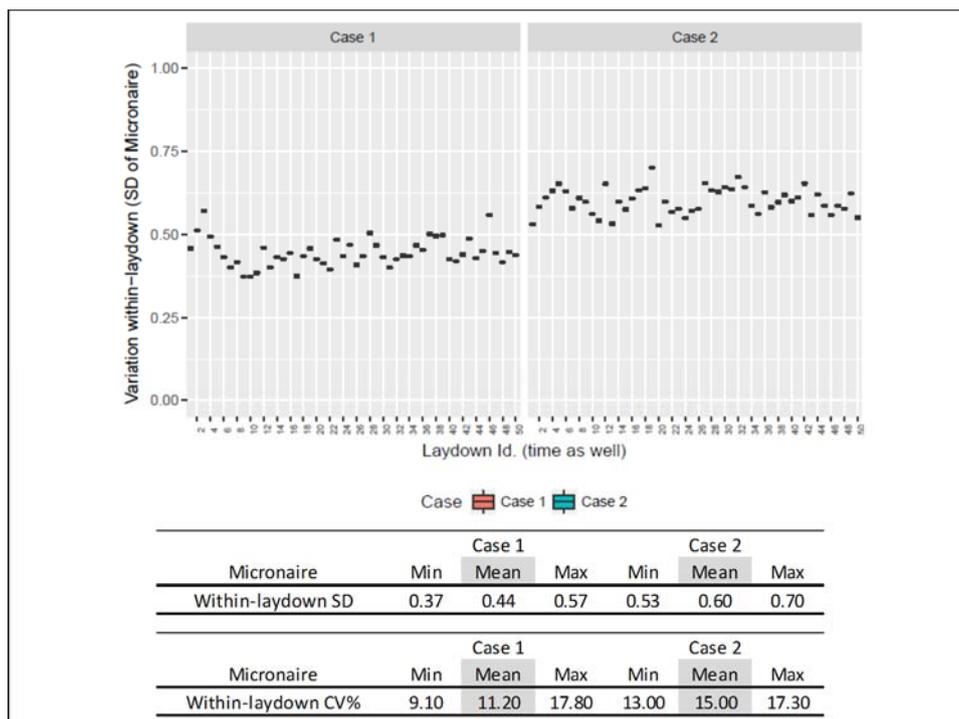
**Figura 6: Resultados para Micronaire de lotes de mistura sucessivos (de 100 fardos cada um) usados em uma fição, considerando a combinação entre a técnica utilizada e a organização dos lotes. A tabela fornece estatísticas das diferenças entre lotes de mistura sucessivos nos dois casos propostos.**

A Figura 6 compara a evolução das características dos lotes (média e intervalo representados no gráfico de barras), para cada caso. No caso 1, as origens explicam claramente as alterações observadas no micronaire; já o intervalo para cada origem é bem menor do que no caso 2. No caso 2, o valor médio de cada lote é muito próximo das médias de outros lotes, enquanto o intervalo de Micronaire em cada lote aumenta porque os fardos podem vir de todas as quatro origens. Considera-se que haja uma parcela fixa típica de cada origem nos sucessivos lotes de mistura, bem como a possibilidade de ajuste dessas parcelas quando uma das origens começa a faltar.

Em poucas palavras, é preciso equilibrar a variação 'entre lotes' e a variação 'nos lotes': de fato, a variação excessiva entre lotes resulta em diferentes propriedades nos fios, e a variação excessiva em um lote pode gerar problemas de qualidade gerais. Portanto, AMBAS as variações devem ser controladas e mantidas em nível adequado.

Para avaliar o impacto desse tipo de organização de lotes, as diferenças nos valores de micronaire entre lotes sucessivos e o desvio padrão nos lotes constam da Figura 6, enquanto as respectivas médias aparecem na tabela na parte inferior da Figura. É observada uma mudança nas diferenças médias de valor de micronaire no Caso 1 (-0,12 até +0,45) e quase nenhuma diferença no caso 2 (-0,15 até +0,15 centrado no zero). CV% ou DP (Figura 7) demonstram claramente o impacto da organização nas variações de Micronaire nos lotes. A organização por lotes de mistura tem consequências no tingimento, no barramento, e no volume de neps brilhantes ou 'white specks' (manchas brancas)<sup>11</sup>, quando os valores de micronaire são baixos (consulte o parágrafo 5.8 para informações sobre impacto nos tecidos).

<sup>11</sup> "White specks" são emaranhados de fibras que não absorvem a tintura, que ganha aparência mais opaca ou apagada em tecidos tingidos, em relação a fibras maduras



**Figura 7:** Evolução das variações nos lotes (DP ou CV) ao longo do tempo, dependendo do caso estudado.

Resumindo, o uso da análise instrumental de uma propriedade, com o objetivo de organizar lotes de mistura, ajuda a reduzir a variação entre lotes e / ou a variação no lote. Softwares de gestão de fardos podem auxiliar na composição de lotes de mistura otimizados.

Normalmente, o processamento têxtil explora mais de uma propriedade da fibra. Teoricamente, a gestão de lotes de mistura poderia levar em conta todas as características mensuráveis. Na prática, dependendo do sistema usado, fica-se limitado a cerca de quatro critérios. Portanto, é fundamental escolher as propriedades mais importantes.

O Índice de Consistência de Fiação (SCI), descrito no capítulo 10.1, pode ser um desses parâmetros: o SCI já inclui todos os resultados de classificação instrumental típicos (Resistência, Micronaire, Comprimento, Uniformidade, Cor Rd e Cor + b) e, portanto, todas as propriedades do algodão estarão presentes no cálculo. Além das propriedades usuais, a região de cultivo também pode ser usada para descrever os fardos e, assim, ser também um parâmetro para a formação de lotes de mistura.

As Figuras 8 e 9 mostram o efeito da gestão de fardos (começando na semana 22) na variação da resistência do fio.

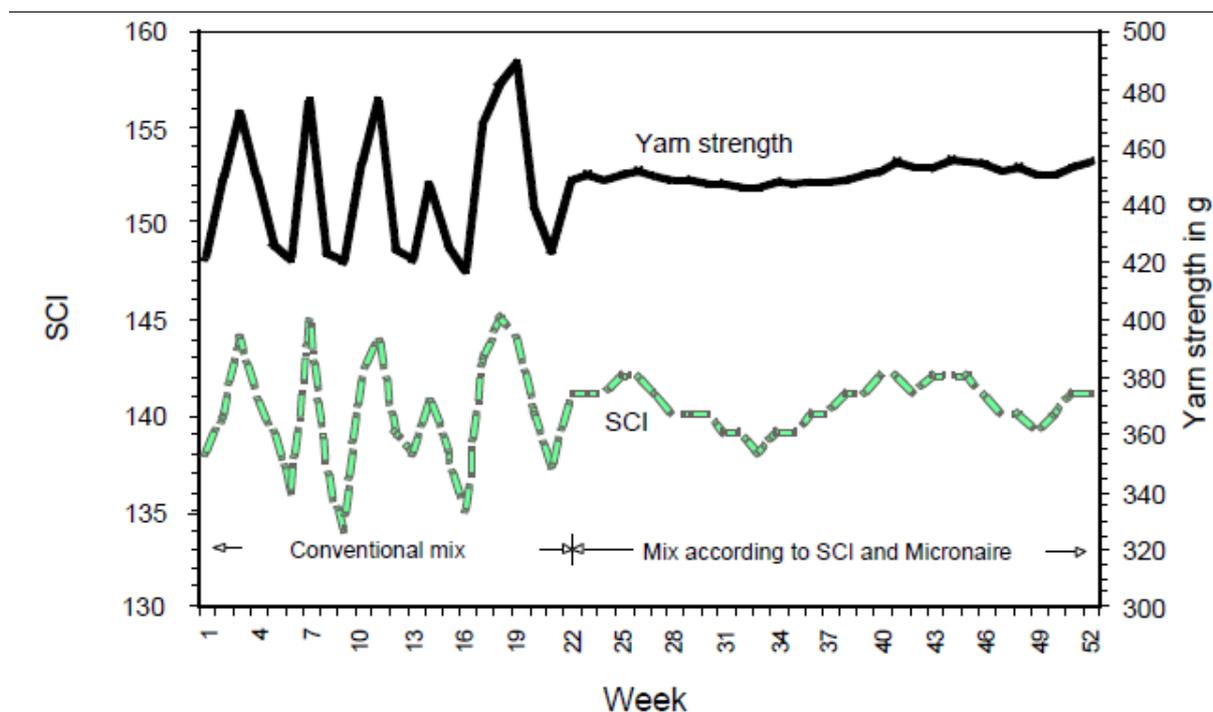


Figura 8 : Otimização de lotes de mistura e resultados: Otimização de lotes de mistura com base em SCI e Micronaire a partir da semana 22, e respectiva alteração na resistência do fio: Resistência do fio, [Uster Technologies: HVI Application Handbook].

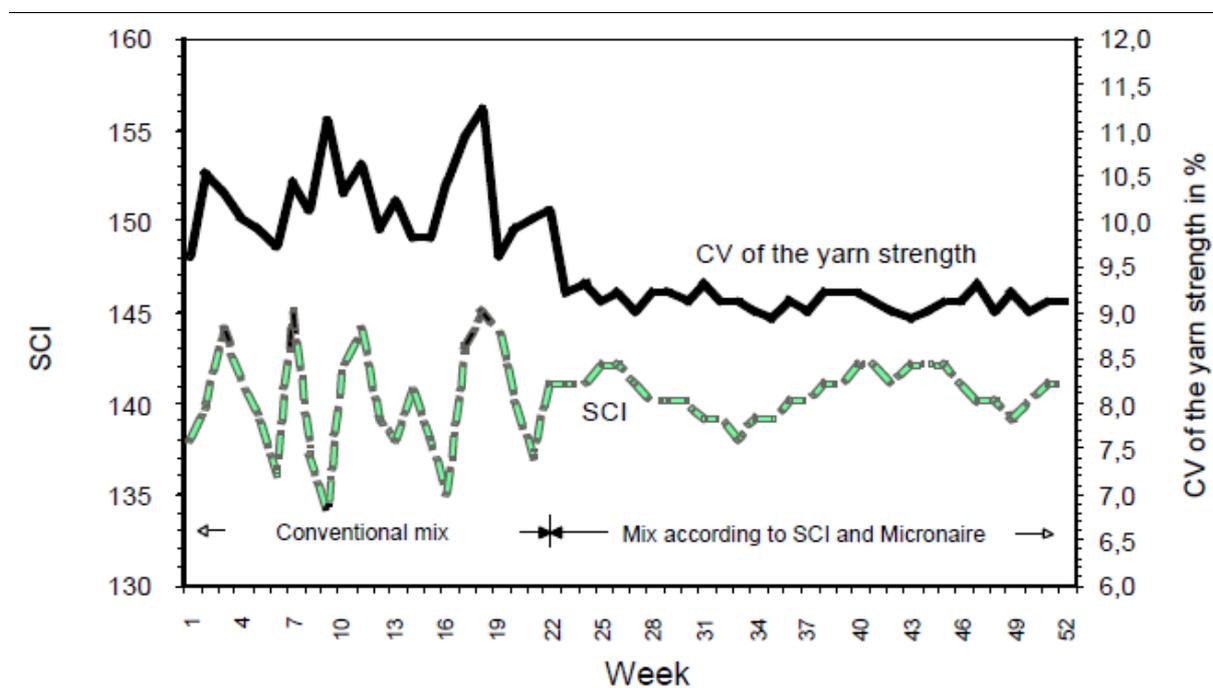


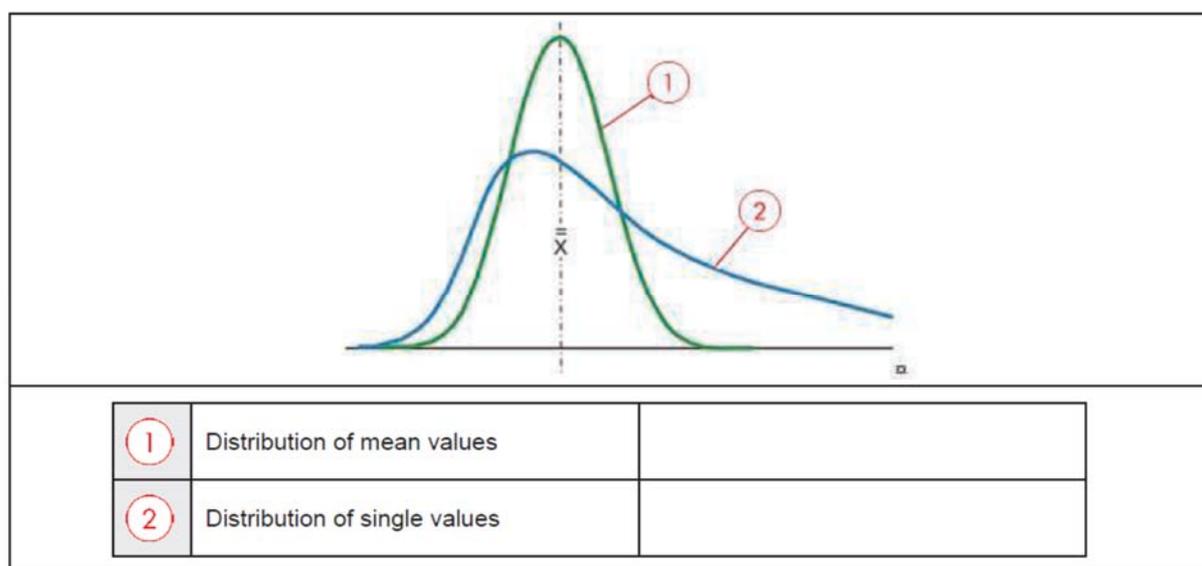
Figura 9: Otimização de lotes de mistura e resultados: Otimização de lotes de mistura com base em SCI e Micronaire a partir da semana 22, e respectiva alteração na resistência do fio: Resistência do fio CV% [Uster Technologies: HVI Application Handbook].

#### 4.5 - Uso dos resultados das análises: resultados individuais vs resultados médios

Todos os dados de medição carregam incertezas. Uma quantificação já foi dada no capítulo 4.2 -. Como as incertezas de medição são inevitáveis, precisamos aprender a melhor forma de lidar com elas.

Para a explicação a seguir, devemos assumir que o principal problema dos dados de medição é a falta de precisão (com variação aleatória) e, assim, o ideal é evitar os desvios sistemáticos dos resultados tanto quanto possível. Todas as explicações são fornecidas para os resultados de análises com fardos.

Um exemplo de incerteza pode ser visto nas distribuições de valor de vários fardos em um lote e em sua descrição. No caso mais simples (Figura 10), uma distribuição pode ser descrita com uma média (descrevendo a posição da distribuição) e um desvio padrão (descrevendo a largura da distribuição). O teorema do limite central ilustra que, usando valores médios em vez de valores únicos, a variação dos resultados é reduzida pela raiz quadrada do número de resultados a partir dos quais a média é calculada. Portanto, usando médias de 25 resultados em vez de resultados únicos, a variação é reduzida para 1/5. Usando médias de 100 resultados, a variação é reduzida para 1/10. Ao mesmo tempo, a distribuição dos valores médios é uma distribuição normal, mesmo que os resultados individuais não sigam uma distribuição normal.



**Figura 10:** De acordo com o teorema do limite central, o uso de uma distribuição de valores médios em vez de uma distribuição de valores únicos resultará em uma distribuição normal com uma variação menor [Uster Technologies: Uster Tester 6 Application Handbook].

Para o caso de venda / compra de lotes de vendas, é importante para o comprador que as propriedades exigidas (por exemplo, resistência) sejam apresentadas. Isso pode ser feito com base na resistência média de todos os fardos, em lugar dos valores de resistência de cada fardo, evitando assim a grande incerteza dos resultados de ensaios únicos. Também é importante para as fiações, enquanto compradores, que o lote de vendas não inclua fardos outliers. Isso não pode ser garantido pela resistência média, mas é possível pelo desvio padrão dos resultados de resistência. Considerando que muitas vezes não se tem 100% dos fardos verificados e analisados, mas apenas 10%, é aconselhável que não sejam utilizados resultados de ensaios únicos, mas sim a abordagem estatística com valores médios e desvios-padrão. Portanto, os contratos podem especificar valores mínimos de resistência média e desvios padrão máximos, em vez de limites absolutos para cada fardo.

A formação de lotes de mistura na fiação é um caso diferente. Aqui é necessário escolher exatamente os fardos que, em suma, resultam na média e no desvio padrão corretos do lote. Portanto, é vantajoso escolher fardos com base em seus resultados de ensaios individuais.

Por fim, na produção de algodão, uma solução adequada para módulos homogêneos de algodão em caroço é calcular a média dos resultados de análises de fardos individuais (pode ser 100% ou uma porcentagem menor dos fardos do módulo). Esse valor médio pode ser atribuído a todos os fardos do módulo. Procedendo dessa maneira, evita-se a incerteza oriunda de medições únicas. Portanto, apenas em caso de grandes variações no módulo um valor único poderá ser utilizado.

## 5 - Micronaire

O instrumento de Micronaire mede a resistência oferecida por um chumaço de fibras de peso conhecido, comprimido em uma câmara cilíndrica de volume fixo, a um fluxo de ar mensurado. A mudança na taxa de fluxo de ar, ou pressão, através do chumaço de fibras foi originalmente correlacionada com medições de densidade linear, embora agora seja bem compreendido que a mudança depende da área de superfície específica da amostra. Esse valor representa a combinação da densidade linear (finura) e da maturidade da fibra; sendo a maturidade uma medida do espessamento da parede celular da fibra<sup>12</sup>

A densidade linear é a forma apropriada para medir a finura do algodão, porque a seção transversal da fibra de algodão é irregular e oca, o que confunde medições bidimensionais do diâmetro da fibra que geralmente são aplicadas a fibras sólidas cilíndricas - ou com forma mais regular - como lã e poliéster.

### 5.1 - Unidade, faixa de valores, significado no processo de harmonização da CSITC

A escala original medida pelo instrumento de Micronaire foi calibrada com algodões que variavam em densidade linear de 2,3 µg / polegada a 8,0 µg / polegada. Essas amostras representavam a variedade de espécies cultivadas e comercializadas no século passado. Os instrumentos atuais limitam a faixa entre 2,5 µg / polegada e 6,0 ou 7,0 µg / polegada. O método de ensaio apresenta erro significativo em ambas as extremidades do intervalo. Existe uma escala alternativa para algodão Pima (*Gossypium barbadense*). O nome 'micronaire' é por vezes substituído, em inglês, por 'mic', 'MIC' ou 'X' (em referência ao trabalho de Lord)<sup>13</sup>. As unidades de calibração originais, microgramas por polegada (µg / polegada), quase nunca aparecem.

Significado na CSITC: Micronaire é um parâmetro completo.

A relação linear entre fluxo de ar e densidade linear originalmente usada pelo instrumento foi observada na década de 1940 para um conjunto de amostras de calibração com maturidade semelhante. Estudos posteriores com amostras diferentes mostraram resultados que desviaram significativamente das determinações reais de peso por unidade de polegada. Estudos subsequentes, particularmente os de Lord<sup>14</sup>, mostraram que a relação entre Micronaire e densidade linear era curvilínea e que alterações na maturidade da fibra produziam variações concomitantes no valor do Micronaire.

A Figura 12 ilustra a situação acima para um lote de mistura de uma grande fiação comercial de fios finos. Os fardos vieram de EUA, China, Austrália e África Ocidental. As amostras foram analisadas para Micronaire (X), densidade linear (H)<sup>15</sup> e maturidade usando o Cottonscope. A densidade linear é definida em termos de millitex (mg/km), ou mtex. A maturidade é definida em termos do quociente de maturidade (M ou MR), conforme método de ensaio BS3085 British Standard ou conforme método de ensaio internacional D1442 da ASTM.

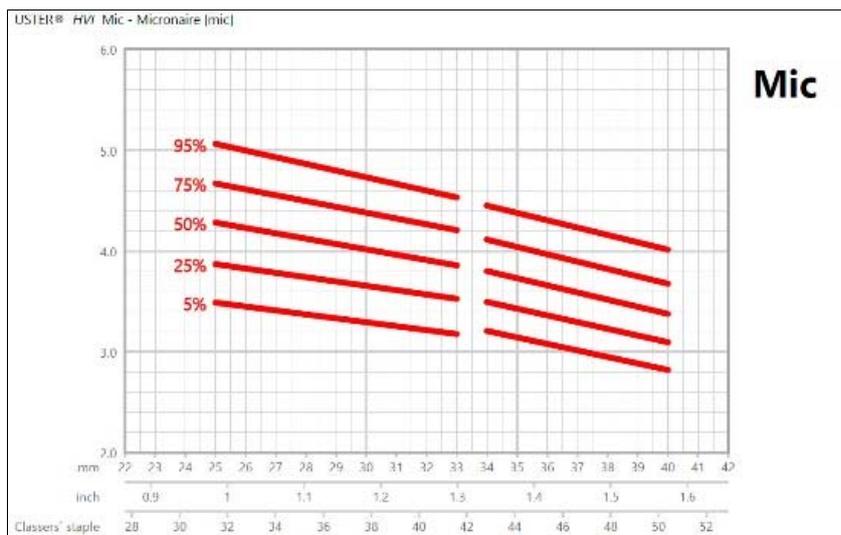
---

<sup>12</sup> Uma fibra de algodão é uma célula vegetal única e alongada. A espessura de sua parede celular determina a maturidade da fibra. A maturidade é uma propriedade normalmente distribuída, mas a distribuição é tipicamente inclinada negativamente, de modo que a maioria das amostras possui uma longa cauda de fibras imaturas (em maturação). O formato dessa cauda é altamente dependente das condições de cultivo e colheita (para a planta / cultura do algodão).

<sup>13</sup> Lord E. 1955. Air Flow through Plugs of Textile Fibers: Part 1—General Flow Relations, Journal of the Textile Institute Transactions, 46:3, T191-T213, DOI: 10.1080/19447027.1955.10750307.

<sup>14</sup> Lord E. 1956. Air Flow Through Plugs of Textile Fibers: Part 2, Journal of the Textile Institute Transactions, 47:1, T16-T47, DOI: 10.1080/19447027.1956.10750375.

<sup>15</sup> H = massa por unidade de comprimento.



**Figura 11 :** Cortesia da Uster Technologies: USTER® STATISTICS para algodão ([www.uster.com/statistics2018](http://www.uster.com/statistics2018))<sup>16</sup>; Micronaire vs Comprimento (UHML)<sup>17</sup>.

A Figura 12 reflete a prática sub-ótima de usar valores de Micronaire para selecionar o melhor algodão para o uso final. Como os resultados de densidade linear e maturidade não são relatados para classificação no comércio do algodão, fardos com valores baixos, isto é, <3,5, são considerados questionáveis em termos de maturidade, enquanto amostras com valores altos, isto é, > 4,9, são consideradas maduras, mas grossas. Para os valores de Micronaire na faixa comercializada (3,5 - 4,9), há dificuldade em deduzir se as fibras são realmente finas e maduras ou grossas e imaturas, sem análises adicionais. A Figura 13 ilustra essa situação usando uma única seção transversal de fibra.

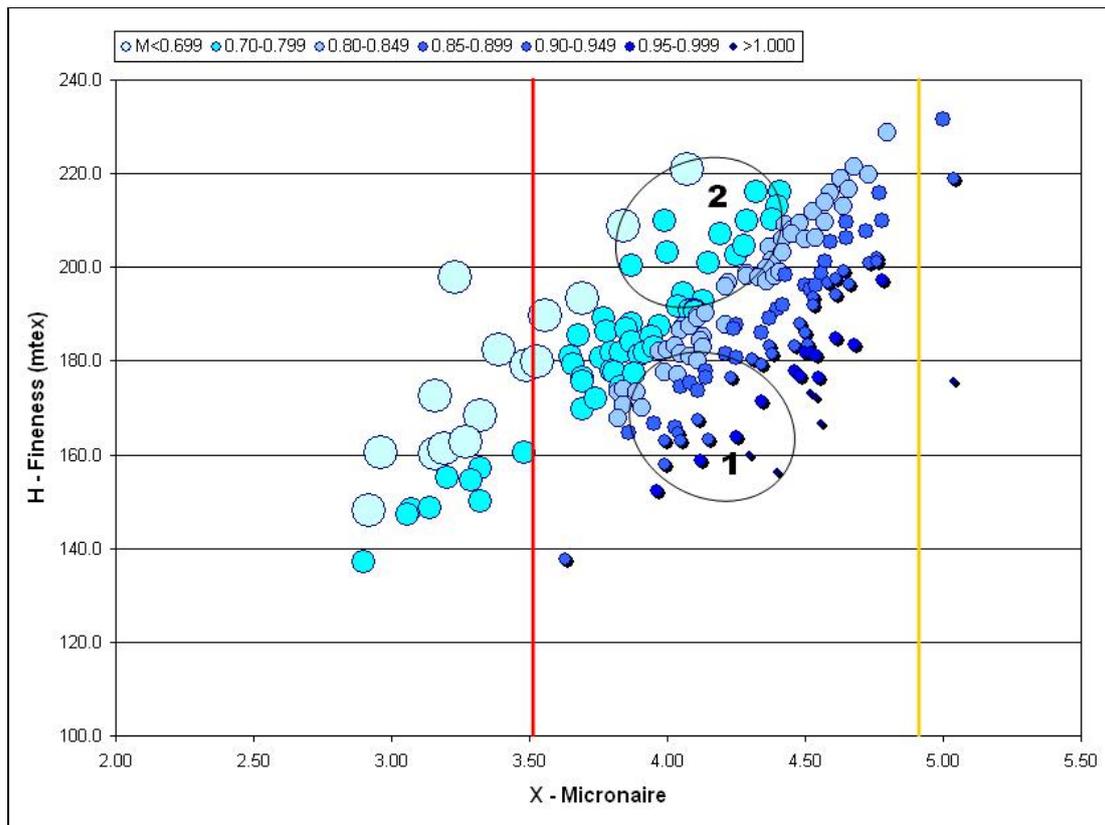
O termo finura 'biológica' ou padrão (Hs) equivale ao quociente entre finura (H) e maturidade (RM). Em essência, esse termo relaciona o limite físico (perímetro) da seção transversal da fibra com o nível de espessamento secundário da parede celular, que ocorre durante o amadurecimento. Aceita-se, de modo geral, que a finura biológica é relativamente constante para uma dada cultivar, ainda que seja distribuída normalmente em torno de um valor médio. Em termos de herdabilidade, os melhoristas observaram que a finura e outras propriedades da fibra, como resistência e comprimento, são influenciadas principalmente por efeitos genéticos aditivos (múltiplos), que apresentam herdabilidade<sup>18 19</sup> apenas moderada. A finura biológica também varia segundo efeitos de cultivo e sazonalidade (ambientais).

<sup>16</sup> Com aprovação da empresa, em outros pontos deste Guia de Interpretação esta referência será abreviada para: [Uster Technologies].

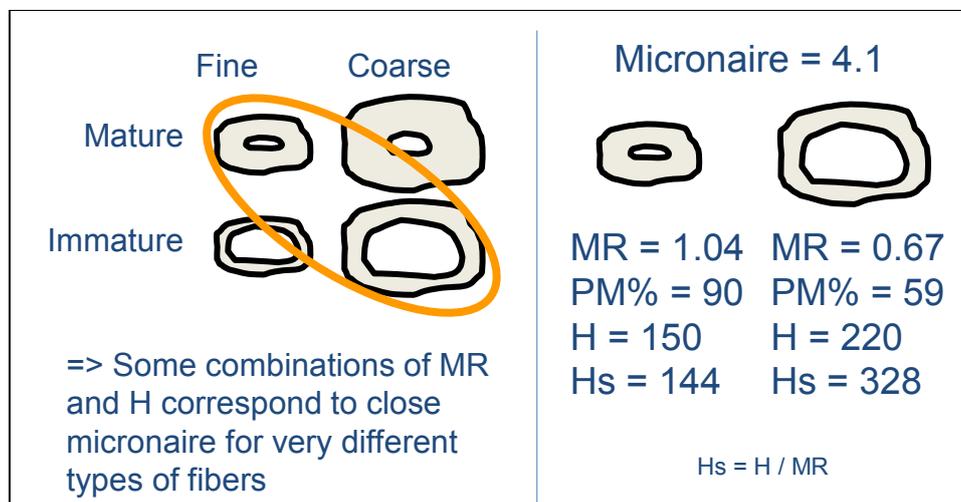
<sup>17</sup> Método para ler os gráficos baseia-se no nível de percentil da USTER® STATISTICS com referência a um valor medido: este exemplo mostra a distribuição de um parâmetro de fibra em relação ao comprimento da fibra. 1) Primeiro, o comprimento da fibra medida deve ser encontrado no eixo x. 2) Em seguida, o valor medido pode ser consultado no eixo y. 3) Como um exemplo, o comprimento da fibra é de 30 mm e o parâmetro da fibra é, por exemplo, Micronaire com um valor de 4,0. No exemplo dado, o USTER® STATISTICS Percentile (USPTM) é de 50%. Isso significa que, para esse comprimento, 50% das fibras tinham um micronaire inferior a 4,0 e 50% tinham um micronaire superior a 4,0.

<sup>18</sup> Meredith, W. R. Jr. 1984. Quantitative genetics In: Kohel, R. J. and Lewis, C. F. (eds) Cotton. ASA, CSSA, SSSA, Madison, pp 127-146.

<sup>19</sup> May, O. L. 1999. Genetic variation in fiber quality. In: Basra, A. S. (ed) Cotton Fibers. Food Products Press, Binghamton, pp 183-229.



**Figura 12:** Valores de micronaire (X) x finura (H) (mtex) para fardos de algodão em lote preparado para fios finos (Ne 50) e fiação em anel. Separados em valores de razão de maturidade (MR) segundo a legenda.



**Figura 13:** Exemplo de combinação de maturidade (RM, sem unidade) e finura linear (H, mtex) para a mesma leitura de Micronaire: para fibras com micronaire de 4,1, as fibras podem ser finas e maduras, ou imaturas e grossas. A finura padrão (Hs, em mtex) é a razão entre maturidade e finura linear.

## 5.2 - Instrumentos existentes para a medição de micronaire

Instrumentos para medir Micronaire são fabricados por várias empresas segundo o mesmo princípio que relaciona fluxo de ar e pressão, embora algumas especificações como volume da câmara, tamanho da amostra, mecanismos de controle de pressão e automação, variem. O instrumento original de bancada, lançado no final da década de 1940 e ainda em uso hoje em dia, aceita amostras de 4 gramas, adequadamente misturadas e condicionadas.

O instrumento para medir Micronaire foi incorporado aos 'instrumentos alto volume' já no início de seu desenvolvimento, nos anos 1960, e foi modificado para melhorar a duração e a precisão da análise. Hoje, as versões SITC do instrumento para Micronaire aceitam corpos de prova maiores (10 gramas), que normalmente não são misturados. O ensaio agora pode durar 30 segundos, ampliando-se, por exemplo, a faixa permitida para o tamanho da amostra.

Também foram desenvolvidos instrumentos para separar o valor do Micronaire nos componentes finura (H em mtex) e maturidade (M, sem unidade). Esses equipamentos incluem o analisador de finura e maturidade (FMT), um ensaio de fluxo de ar de compressão dupla desenvolvido nos anos 1970; o Sistema Avançado de Informações sobre Fibras (AFIS), desenvolvido na década de 1980; e o Cottonscope, que surgiu nos anos 2000. As versões anteriores do AFIS e do Cottonscope forneciam valores de micronaire (X) usando a equação de conversão de Lord (Equação 1). A Tabela 6 lista os instrumentos disponíveis hoje para medir micronaire e as propriedades de maturidade e densidade linear.

$$MH = 3,86X^2 + 18,16X + 13,0 \quad (\text{Equação 1}).$$

Novas linhas de instrumentos de alto volume e compressão dupla, que permitem analisar finura e maturidade durante ensaios de alto volume, surgiram nos últimos dez anos e incluem os sistemas Premier Evolvic ART 2 e ART 3 e, mais recentemente, o Mesdan Contest-F.

**Tabela 6: Lista de instrumentos para medição de micronaire.**

Instrumento	Tipo de equipamento	Outras características analisadas*
Instrumento de fluxo de ar apenas	Valor de micronaire vem da medição direta do fluxo de ar (área superficial específica no chumaço de fibras analisado)	Não
Instrumento de fluxo de ar integrado a instrumento de alto volume	Valor de micronaire vem da medição direta do fluxo de ar (área superficial específica no chumaço de fibras analisado)	Não
Instrumento de fluxo de ar (integrado ou não) de compressão dupla	Fluxo de ar diferencial por compressão dupla se refere a valores de (micronaire), maturidade e finura	Maturidade e finura (densidade linear)
Instrumentos de análise de fibras individuais	Espalhamento de luz (AFIS) sobre amostras de fibras individuais, neps e partículas de impurezas  Análise de imagem (Cottonscope) de chumaços de fibra individuais	(Micronaire), maturidade, (neps), densidade linear, largura da fibra e distribuição das propriedades da fibra
Análise de imagem de seções transversais	Métodos de ensaio relacionados a pesquisas acadêmicas, para fins de referência apenas	Maturidade e finura definidas pela seção transversal

- \*Dependendo do modelo usado.

### 5.3 - Descrição de possíveis relações entre resultados de 'avaliação manual e visual' e resultados de 'classificação instrumental'

Classificadores experientes devem ser capazes de distinguir os efeitos adversos do algodão imaturo, de baixo micronaire. Em amostras menos homogêneas, como as descarçadas por rolo, podem ser observados grupos de fibras mortas ou imaturas. Um maior teor de fibras imaturas pode estar associado a um algodão de qualidade mais baixa.

Fibras de micronaire baixo, ou imaturas, podem afetar gravemente a aparência do algodão cru. O desenvolvimento insuficiente da parede celular no algodão imaturo pode resultar em fibras mais macias ao toque e em comprimento menor, de modo geral.

A falta de rigidez também significa que o algodão imaturo tem maior tendência a formar neps (pequenos emaranhados). O algodão imaturo processado pelos mesmos sistemas de colheita e descaroçamento produzirá muito mais neps do que fibras mais maduras<sup>20</sup>.

O algodão imaturo também exibe pouco brilho (aparência opaca) devido à natureza menos circular das seções transversais da fibra, que resultam em refletância difusa, e não especular da luz. A fibra de micronaire alto é geralmente mais brilhante e mais limpa em termos de impurezas e folhas em relação ao micronaire baixo da mesma origem.

#### **5.4 - Resultados presentes na 'avaliação manual e visual' mas ausentes nos resultados de 'classificação instrumental'**

No estágio do algodão em caroço, antes do descaroçamento e da mistura, a quantidade de fibras imaturas ou mortas pode frequentemente ser estimada visualmente. Além de ensaios instrumentais, há padrões para o algodão em caroço disponíveis em países em que a colheita é à mão. O algodão em caroço é separado visualmente segundo os aspectos mais óbvios, teor de impurezas e cor, mas em muitos casos também segundo a quantidade de fibras imaturas ou mortas. Quanto mais baixos os padrões, maior é a quantidade de fibras imaturas e a tendência a valores menores de micronaire.

No algodão descaroçado a rolo, pode-se notar as aglomerações de fibras imaturas mencionadas acima. A análise de micronaire, portanto, pode ser influenciada caso não se tomem os cuidados necessários nos ensaios subsequentes da mesma amostra.

#### **5.5 - Uso dos resultados de Micronaire na produção de algodão**

Para qualquer variedade de algodão, uma leitura alta de micronaire em relação a um valor típico, indica boas condições<sup>21</sup> de produção durante a maturação do fruto do algodão (maçã). Sob condições ideais de produção, isto é, água, luz solar e nutrientes ideais e baixa pressão de pragas, uma determinada variedade produzirá fibras maduras que podem resultar em leituras de Micronaire localizadas no lado superior da distribuição de valores para a variedade. Alterações nas condições de produção, por exemplo, calor e disponibilidade de água, desempenham podem afetar a leitura final do Micronaire.

A medição, ou previsão, de Micronaire no campo forneceria aos produtores uma referência para administrarem as condições de cultivo, por exemplo, desfolha e / ou tempo de colheita, para 'otimizarem' o Micronaire (maturidade) da safra. Com o aumento da automação e do manejo da lavoura em muitas fazendas, agricultores e cientistas estão analisando os valores previstos ou medidos no campo para otimizar o rendimento e a qualidade da safra. Muitos estudos já relatam relações significativas entre temperatura (média diária e temperatura mínima) e Micronaire. Com o rápido avanço da agricultura de precisão, ou seja, do uso de sensores em campo para fornecer medições rápidas do desenvolvimento da lavoura, essas relações estão sendo usadas no desenvolvimento de modelos de previsão para gestão do Micronaire.

#### **5.6 - Uso dos resultados de Micronaire na usina**

As medições, ou previsões, de Micronaire em campo (conforme a Seção 5.5 -) podem ser usadas para gerenciar processos na usina, embora na prática geralmente não exista

---

<sup>20</sup> Bange, M., Long, R., Constable, G. and S. Gordon. 2010. Minimizing Immature Fiber and Neps in Upland Cotton, *Agron. J.*, 102, pp 781–789.

<sup>21</sup> 'Condições de cultivo' incluem práticas de manejo de culturas (proteção de culturas, data de semeadura ...), biótico (pragas, doenças, ervas daninhas ...) e abióticas (solo, clima ...), meio ambiente e suas interações.

avaliação das propriedades das fibras do algodão em caroço, exceto pelo teor de umidade e grau de folha (antes do descaroçamento). Dito isto, atualmente há pesquisas para determinar a eficácia de se fazer a mistura do algodão (módulos) na usina com base na maturidade da safra e no grau de folhas (na colheita). Os resultados dessas pesquisas trariam benefícios tanto para usinas menores, que atendem pequenos produtores, quanto usinas maiores, automatizadas, que atendem propriedades de maior porte.

Note-se também que safras imaturas, isto é, com alta presença de maçãs imaturas, devem ser avaliadas cuidadosamente antes do descaroçamento ou de outro processo mecânico. É sabido que fibras imaturas resultam em mais neps e maior teor de impurezas, bem como em quebra de fibras durante o descaroçamento, particularmente durante a limpeza da pluma.

Por fim, fibras com Micronaire mais baixo tendem a formar neps mais facilmente do que as fibras mais grossas, porque as primeiras são mais facilmente dobradas, fambadas e emaranhadas durante a manipulação mecânica, devido à sua baixa rigidez longitudinal. Fibras imaturas têm baixa rigidez (e altos coeficientes de flambagem) e, portanto, formam neps mais facilmente durante a manipulação mecânica, particularmente durante a limpeza da pluma.

### **5.7 - Uso dos resultados de Micronaire na comercialização**

Como visto, o uso do Micronaire para avaliar algodão pode levar a dúvidas porque, a menos que medições adicionais sejam feitas para determinar maturidade e finura, a natureza exata da compra, em termos dessas propriedades, importantes para fiação e fabricação de tecidos, permanece desconhecida. Esses aspectos estão na Figura 12. O gráfico mostra que a faixa G5 contém algodões com qualidade de processamento muito diferente em termos de finura e maturidade. Dois círculos dentro da faixa destacam as deficiências da avaliação pelo Micronaire. Os fardos destacados por cada círculo representam o mesmo intervalo estreito de Micronaire; 4,0 – 4,2; no entanto, os fardos de algodão fino e maduro no círculo 1 têm propriedades de processamento, fios e tecidos muito diferentes das do algodão mais grosso e imaturo do círculo 2. O algodão fino e maduro produzirá fios e tecidos uniformes e fortes, com mais brilho e melhor absorção da tintura do que o algodão mais grosso e imaturo.

O Micronaire continua sendo o método preferido do mercado para avaliar a finura (e a maturidade) da fibra, em grande medida por causa de sua fácil medição, velocidade, confiabilidade e aceitação arraigada do mercado. A maioria das safras de algodão Upland do mundo é comercializada na faixa de Micronaire entre 3,5 a 4,9, com descontos significativos aplicados à fibra que fica fora desses valores. Por exemplo, nos EUA, aplicam-se descontos ao algodão usado em empréstimos consignados com base em valores de Micronaire fora de uma faixa 'ótima'; ou seja, não se diz que o algodão está "grosso" ou "imaturo", mas "na faixa certa". Algo semelhante ocorre com outros cultivares de exportação. Observe que a faixa 'ótima' é ampla e que apenas (pequenos) prêmios são pagos para a faixa mais estreita; por exemplo, G5B, entre 3,7 e 4,2. A exceção a essa classificação é a faixa de valores medidos para o algodão Pima (G. barbadense), medido em uma escala diferente de Micronaire.

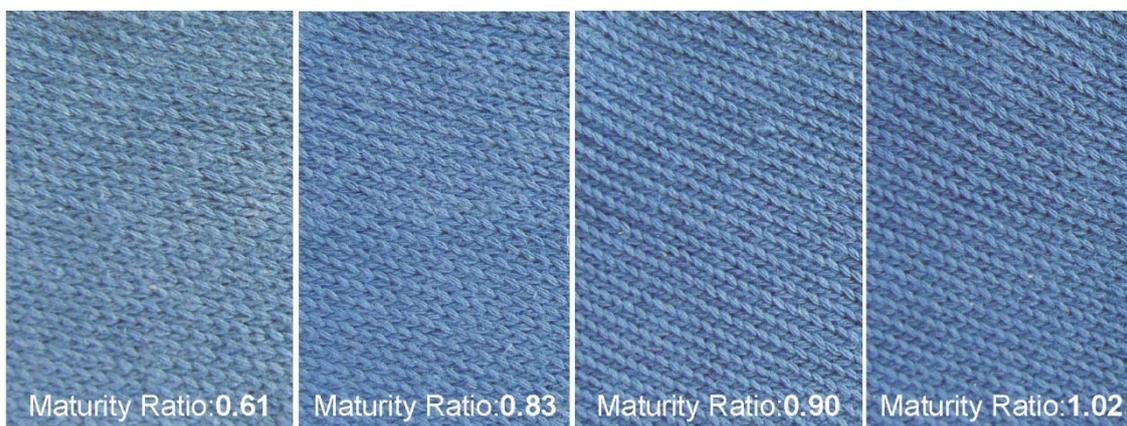
O Micronaire é uma das duas principais garantias instrumentais para o comércio internacional. De acordo com as regras internacionais da ICA, é em princípio uma garantia mínima quando a classificação não inclui tolerâncias. No comércio internacional baseado nas Regras da ICA, geralmente há uma garantia mínima e, mais frequentemente, uma faixa acordada para valores de Micronaire. Salvo acordo em contrário entre comprador e vendedor, não são aplicadas tolerâncias ou limites de controle para as análises. Os descontos por desvios abaixo ou acima de um intervalo acordado por contrato, ou abaixo de um valor fixo, são expressos em porcentagens do preço contratado.

O Acordo Universal de Padrões de Algodão, e também as regras nacionais e recomendações internacionalmente acordadas da ICCTM / CSITC, formam a base para práticas e padrões de ensaios instrumentais previstos nas regras de comercialização para resolução de disputas.

## 5.8 - Uso dos resultados de Micronaire em fiações / no processo têxtil

Apesar da ambiguidade representada pelo Micronaire, a propriedade ainda tem valor na fiação como um preditor do limite de fiação da fibra, isto é, do número de fibras na seção transversal do fio necessário para resistir à tensão aplicada durante a fiação; da regularidade e da tenacidade do fio; e da absorção da tintura pelo fio ou tecido. Observa-se que as relações com as propriedades da fibra dos fios e tecidos resultantes são melhores se forem utilizados resultados separados de finura e maturidade. No entanto, note-se que:

- O micronaire é um bom preditor da capacidade de tingimento e da aparência do tecido tingido. Fibras com micronaire mais alto absorvem mais tintura (cor) e, como as fibras tendem a ser mais circulares, o tecido tingido é normalmente mais regular e de aparência brilhante. A Figura 14 mostra fios fiados a partir do mesmo material genético e, portanto, de finura 'biológica' semelhante, mas colhido em datas diferentes, ampliando a ampla faixa de valores de maturidade (RM). Os valores de micronaire refletem a maturidade diferente das amostras. As faixas de malha formam o tecido, que foi então tingido.
- O micronaire pode ser usado para estimar o limite de fiação da fibra para um dado sistema de fiação, por exemplo: fiação a anel, rotor (open end) ou jato de ar. As fibras de micronaire mais baixo são favorecidas, em certa medida, porque o número de fibras na seção transversal do fio pode ser aumentado, proporcionando maior estabilidade, resistência e regularidade no fio. Por outro lado, algodão com baixo micronaire também deve estar razoavelmente maduro, ou o micronaire não pode ser baixo demais. Do contrário, haverá um aumento nos neps. Aqui reside a ambiguidade do valor de micronaire.
- Para garantir consistência de qualidade na fiação, a variação nos valores de Micronaire (maturidade e finura) entre fardos de um lote e entre lotes, em uma escala contínua de tempo, deve ser gerenciada. O parágrafo 4 descreve os regimes de gestão de fardos que podem ser usados para evitar inconsistências na qualidade do fio e do tecido, decorrentes de variações no Micronaire e em outras propriedades da fibra.



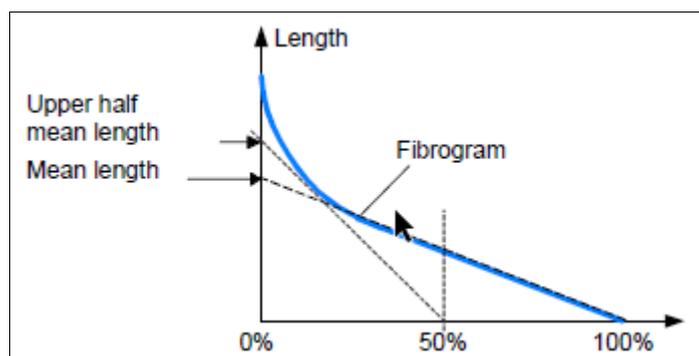
**Figura 14:** Amostras de tecido com antecedentes genéticos comuns, de algodão colhido em datas diferentes e cujos fios formam uma malha única, que foi então tingida. As fotos mostram a melhoria do tecido em termos de profundidade de cor, regularidade e aparência à medida que a maturidade (micronaire) aumenta.

## 6 - Medição de Comprimento

O comprimento de uma fibra é a distância entre as duas extremidades, medido com a fibra alinhada sob uma tensão padrão. Para comercialização, muitas fibras são analisadas ao mesmo tempo na forma de uma barba de fibras paralelas, selecionadas aleatoriamente, ao longo de um pente, com cada fibra fixada em uma posição aleatória de seu comprimento (não na extremidade). O comprimento das fibras que se estende a partir do pente é escaneado e os resultados são exibidos em um gráfico chamado Fibrograma (Figura 15); o que corresponde ao ponto de pinçamento dos cilindros na fição (Figura 18). As fibras têm alta variação de comprimento, com fibras muito curtas e outras longas juntas no mesmo tufo.

Existem várias técnicas para medir o comprimento representativo da fibra: método de alinhamento das extremidades, em que as fibras são reordenadas e alinhadas pelas pontas, medições de fibras únicas, diagramas de comprimento etc. As avaliações podem ser feitas por peso ou por número. Para avaliação de danos, a distribuição por número é mais sensível.

Por convenção, no Fibrograma (distribuição por peso), os resultados de comprimento são definidos como sendo os comprimentos relativos aos percentis fornecidos naquela barba, calculados a partir do fibrograma. Para fins comerciais, a Força-Tarefa ICAC-CSITC reconhece só o "comprimento médio" do fibrograma. Os resultados são, então, 1) Comprimento médio da metade superior (UHML), Comprimento médio (ML) e Índice de uniformidade (UI) ( $UI = ML/UHML * 100$ )<sup>22</sup>. O UHML corresponde ao comprimento do classificador.



**Figura 15: Fibrograma e informações relacionadas.**

O comprimento da fibra é uma característica importante que afeta o tipo de produto final e suas características, as configurações da máquina (distância entre cilindros, torção etc.) e também as propriedades do fio, como regularidade e pilosidade.

O comprimento da fibra em um fardo depende de muitas condições de produção (variedade, data de plantio, clima e condições de cultivo) e de descaroçamento (teor de umidade, conteúdo de impurezas em relação ao número de limpezas da pluma, manutenção da usina...). De fato, cada vez que uma fibra entra em contato com qualquer parte da máquina, aumenta a probabilidade de quebrá-la em relação às suas propriedades 'nativas e intrínsecas' e, assim, diminuir seu comprimento. No geral, a distribuição de comprimento da fibra em uma amostra - também exibida como um fibrograma - é afetada como um todo e os resultados UHML, ML e UI correspondentes são alterados.

### 6.1 - Unidade, faixa de valores, significado no processo de harmonização da CSITC

<sup>22</sup> Drieling *et al.* 2018. Guideline for Standardized Instrument Testing of Cotton”, [http://csitc.org/index.php?lien1=/instrument\\_testing/public\\_documents\\_it](http://csitc.org/index.php?lien1=/instrument_testing/public_documents_it). Uster Technologies. 2007. HVI Application Handbook

O comprimento médio da metade superior (UHML) corresponde ao comprimento médio da metade superior da barba. Sua faixa usual fica entre 24 e 38 mm ou 1,0 a 1,5 polegada (Figura 15).

O comprimento médio corresponde ao comprimento médio de todas as fibras da barba.

O Índice de Uniformidade corresponde à razão  $ML/UHML * 100$  e é expresso em porcentagem. Seu intervalo usual é de 75 a 90%, dependendo fortemente do UHML da amostra. (Figura 16).

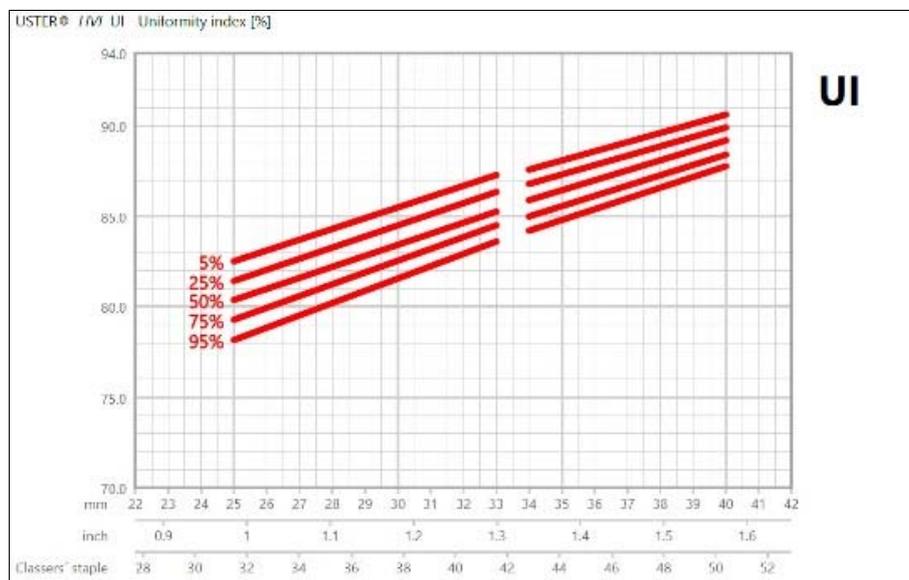


Figura 16: Índice de Uniformidade vs Comprimento Médio da Metade Superior (UHML) [Uster Tech.].

O índice de fibras curtas (SFI) também pode ser dado como a quantidade de fibras com menos de 0,5 polegada (<12,7 mm) e é calculado com base nessa distribuição de comprimento de expansão (span length) ou em algoritmos baseados no alinhamento pela extremidade em comparação à medição do span length. É normalmente comparado com o baixo teor de fibra por peso.

O Short Fiber Index (SFI) tem um intervalo usual entre 7 e 25%, também fortemente dependente do UHML da amostra (Figura 17).

Importância no CSITC: UHML e UI são parâmetros completos (o ML está sendo incluído indiretamente devido à sua relação com UHML e UI), enquanto o SFI é um parâmetro opcional no CSITC, devido à sua alta variação interlaboratorial.

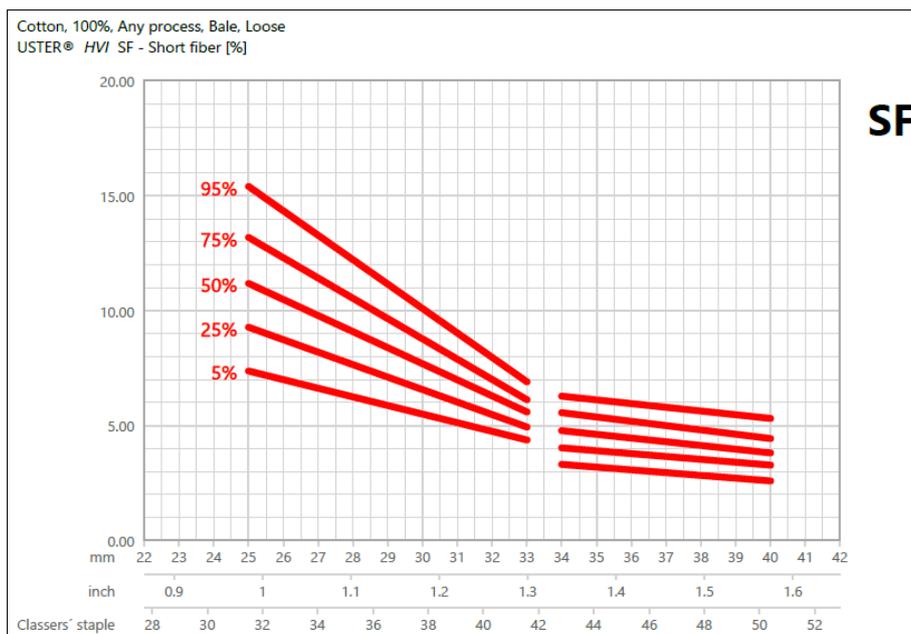


Figura 17: Índice de fibras curtas vs Comprimento Médio da Metade Superior (UHML) [Uster Tech.].

## 6.2 - Instrumentos existentes para a medição de parâmetros de comprimento

Tabela 7: Lista de instrumentos para medição de comprimento.

Instrumento	Tipo de equipamento	Outras características analisadas*
Instrumento específico para medição de comprimento	Uster Technologies: LVI 930 Spinlab: Fibrograph 930 Textechno: FIBROTEST, MDTA4 MAG Solvics: DigiLen, FibroLen	Span length 50% e Span length 2,5%, Uniformidade, UQL, SFC, SFI, SCI, Resistência, Alongamento, CSP
Módulos integrados a equipamentos de alto volume	Uster Technologies: HVI 1000, HVI Spectrum Premier: HFT, ART2, ART3 MAG Solvics: HVT Mesdan: CONTEST-F	Comprimento, Resistência, Alongamento, Impurezas, Micronaire, Pegajosidade, Neps

\*Dependendo do modelo usado.

## 6.3 - Descrição de possíveis relações entre resultados de 'avaliação manual e visual' e resultados de 'classificação instrumental'

A base para a escala aplicada na análise manual do comprimento é uma certa técnica usada para a formação da barba, bem como os padrões de algodão físico, que o USDA fornecia ao mercado no passado. Padrões físicos ainda são usados por ICA Bremen e pela Bremen Baumwollboerse como referência para a medição manual do comprimento.

A classificação manual do comprimento geralmente é feita pelo classificador em 1/32 de polegada, com base na experiência prática. Além do comprimento físico da fibra, o descarçamento e a preparação da amostra afetam a classificação. Isso é levado em conta nas diferentes faixas de calibração para algodão Upland e Pima: as variedades Upland são

geralmente descaroçadas por serra, enquanto o algodão Pima é descaroçado por rolo e “parece” ser um pouco mais curto na classificação instrumental em comparação à manual. Normalmente, há uma boa relação entre o comprimento dado pelo classificador e o UHML, e também com o comprimento do quartil superior (UQL) (medido com AFIS, Textechno Fibrotest e MDTA 4). Desvios nas leituras podem ser devidos à preparação da barba para medição.

A distribuição do comprimento e a estrutura da fibra em uma amostra podem influenciar a classificação manual de comprimento. Os resultados da classificação manual são com frequência mais consistentes e têm menos flutuação entre as extremidades superior e inferior em comparação a resultados instrumentais, embora o resultado médio seja semelhante.

A análise manual da fibra fornece apenas uma indicação básica de outros parâmetros relacionados ao comprimento, especialmente em comparação com uma amostra diferente da mesma variedade e área de cultivo. Devido à natureza do desenvolvimento da fibra, a avaliação manual fornece uma primeira impressão sobre um desvio em termos de resistência ou finura, em comparação com outras amostras.

#### **6.4 - Resultados presentes na avaliação ‘manual e visual’ mas ausentes nos resultados de ‘classificação instrumental’**

O efeito da preparação - isto é, se o descaroçamento foi feito com serra ou rolo - não é considerado na classificação instrumental, mas terá efeito no processamento futuro, durante a fiação. Fibras torcidas requerem manuseio mais suave nas etapas de processamento posteriores para evitar aumento de quebra das fibras.

A classificação manual do comprimento fornece um valor fixo apenas, às vezes com impressão adicional do classificador em comparação ao próximo comprimento padrão mais alto, como 'irregular' ou 'cheio', que são adicionados ao resultado do comprimento com base na aparência das extremidades da barba. Em certa medida, reflete a faixa de comprimento instrumental.

Os instrumentos fornecem valores mais detalhados, que devem ser fixados por intervalos definidos em contrato, além de outras características da fibra relacionadas ao comprimento.

#### **6.5 - Uso dos resultados de Comprimento na produção de algodão**

Para o lado da produção, o comprimento da fibra em um fardo depende de muitas condições, como variedade, data de plantio, condições climáticas e de cultivo, e suas interações. Deve-se acrescentar que qualquer informação sobre o comprimento da fibra só está disponível após o processo de descaroçamento (à mão, rolo ou serra), o que também afeta o comprimento. Dado um processo harmonizado e estável de descaroçamento, as informações sobre comprimento incluirão também dados sobre o manejo da cultura de modo geral.

#### **6.6 - Uso dos resultados de Comprimento na usina**

O comprimento da fibra determinará se o caroço passou por processamento por serra ou rolo e, ao mesmo tempo, como as condições de descaroçamento (umidade nas etapas, impurezas em relação ao número de passagens pelo limpador de pluma, manutenção da usina) afetam a distribuição do comprimento. Usinas que usam serra geralmente beneficiam algodão Upland, com comprimento de curto a médio (de 1 polegada a 1 7/32 polegadas) e, assim, é o tipo de usina mais comum no mundo. Algodões extra longos ( $\geq 1 \frac{3}{8}$  pol.) são descaroçados por rolo. Estima-se que, hoje, de 15 a 20% do algodão Upland longo e médio ( $\geq 1 \frac{11}{16}$  pol.), sejam descaroçados por rolo.

Na usina, pode-se preservar o comprimento da fibra e reduzir o teor de fibras curtas diminuindo o número de passagens pelo limpador de pluma (dependendo da qualidade do caroço) e mantendo a umidade da fibra na usina e na limpeza mais perto de 7% que de 5%; no entanto, a umidade, em qualquer dessas etapas, não deve exceder 7%.

## 6.7 - Uso dos resultados de Comprimento na comercialização

O comprimento é uma das três principais garantias presentes em contratos internacionais de algodão que podem ser avaliadas instrumental e manualmente. É comum que os resultados de classificação manual sejam expressos em 32avos de polegada. Outras unidades de comprimento podem ser usadas, segundo diferentes procedimentos de produção.

O comprimento da fibra medido por instrumentos geralmente é dado em mm ou décimos de polegadas (25,4 mm = uma polegada). Nos EUA, o comprimento instrumental pode ser especificado em 32avos de polegada. Isto vale para algodões longos não idênticos aos decimais matematicamente definidos de uma polegada. Os instrumentos de análise, porém, geralmente fornecem o valor em decimais; o Manual de Classificação Instrumental fornece as melhores informações sobre como apresentar resultados de comprimento. A maioria dos comprimentos comercializados está na parte média e média-superior da faixa de comprimento – faixa que, portanto, representa uma área de alta concorrência entre os países produtores.

Em processos de arbitragem da ICA, os resultados instrumentais podem ser usados por acordo. Em caso de não concordância, a análise manual é a opção padrão. Segundo entendimento comum e as regras da ICA, o comprimento constitui uma garantia mínima sem a necessidade de um intervalo de tolerância. Os descontos por desvios da garantia contratual são fixados para várias origens por associações nacionais de cotonicultores e pela ICA. Geralmente, os descontos são expressos como um valor monetário com base nas diferenças de mercado e refletindo o valor do algodão para compradores e vendedores.

O Acordo Universal de Padrões de Algodão, os regulamentos nacionais e as recomendações internacionalmente acordadas da ICCTM / CSITC formam a base para práticas e padrões de ensaios instrumentais contemplados nas regras para resolução de disputas.

## 6.8 - Uso dos resultados de Comprimento em fiações / no processo têxtil

A influência do comprimento na fiação de fibras curtas é óbvia. O impacto se dá sobre os seguintes itens: 1) Limite de fiação (título do fio), 2) Resistência e regularidade do fio, 3) Pulosidade, 4) Quebras de fios, pois fibras curtas causam mais quebras e 5) também o produto final será afetado, especialmente em termos de manuseio e brilho do tecido.

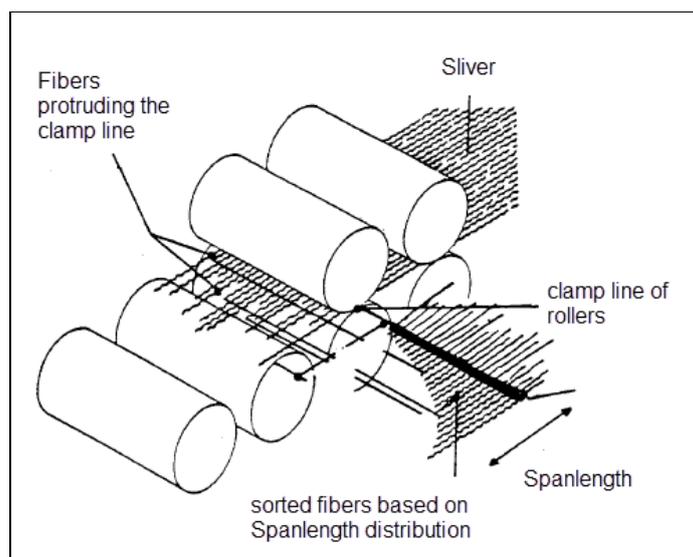
Portanto, o comprimento da fibra é fator importante para determinar o intervalo de título dos fios usados na fiação. Também determinará se as fibras serão processadas na cardagem ou na penteadeira, e qual sistema de fiação é o mais adequado. Fibras muito curtas serão usadas na fiação a rotor open end e, portanto, geram títulos mais grossos. Enquanto as fibras mais longas serão usadas para títulos mais finos e também serão penteadas para aumentar ainda mais o comprimento<sup>23</sup>.

O comprimento da fibra é, juntamente com a finura, o parâmetro mais importante para estimar o título máximo dos fios. Com base no comprimento da fibra, definem-se as distâncias entre os cilindros (Figura 18). Se a distância for muito grande, as fibras ‘flutuarão’ e causarão pontos grossos ou uma alta irregularidade. Se a distância for muito curta, poderá haver quebra de fibras e um aumento no índice de fibras curtas.<sup>24</sup>

---

<sup>23</sup> Klein W, The Rieter Manual of Spinning, Vol 1, Technology of short staple spinning; page 14, ISBN10 3-9523173-1-4.

<sup>24</sup> Schenek A. 2001. Naturfaserlexikon, Spinlab, Knoxville, page 86, Deutscher Fachverlag, ISBN 3-87150-638-9.



**Figura 18: Distribuição do comprimento da fibra em um passador.**

O comprimento da fibra tem alto impacto nas quebras de fio tanto nas fiações a rotor como nas de anel<sup>25</sup>. Além da influência na homogeneidade, a qualidade final do fio também é influenciada pela qualidade da fibra. Assim, um comprimento de fibra menor, com uma quantidade maior de fibras curtas, afetará negativamente a regularidade do fio, aumentará o nível de imperfeições (pontos finos, grossos e Neps) e também a pilosidade<sup>26</sup>.

Como as fibras curtas não aderem bem ao passador, flutuam descontroladamente e geram um nível maior de imperfeições nos seguintes processos: formação da fita e, mais adiante, quando na fase em que já estão convertidas em pavio ou fio, se não houver processo de duplicação.

<sup>25</sup> Sasser P., Textile Asia, 1988, No8, Pages 80-84

<sup>26</sup> The Rieter Manual of Spinning, Vol 1, Technology of short staple spinning; Werner Klein, Page 20/21, ISBN10 3-9523173-1-4

## **7 - Medição de resistência**

A resistência da fibra é tida como um parâmetro importante pois tem impacto direto na resistência posterior do fio – é responsável por 50% dessa característica final do fio. Além disso, o fator de torção aumentará a ligação das fibras à estrutura do fio, e uma torção maior resultará em um fio mais forte.

Dependendo do algodão de calibração, dois níveis são possíveis: o nível mais utilizado atualmente são as calibrações "Universal Standard High Volume Instrument" (fornecidas pelo USDA, EUA).

Além da medição de uma única fibra, na classificação do algodão as fibras são normalmente presas a uma garra para o teste de tração. Aqui, as fibras são analisadas em forma de feixe.

Como a resistência da fibra depende da umidade, é importante realizar este ensaio específico em condições ambientais fixas, pois a resistência da fibra aumenta com a umidade do ar (teor de umidade na fibra).

### **7.1 - Unidade, faixa de valores, significado no processo de harmonização da CSITC**

Resistência, resistência tênil ou tenacidade, em instrumentos SITC geralmente chamada resistência e medida em; g/tex, gf/tex, cN/tex

Abreviação: STR,

Faixa de uso típica fica entre 15 - 40 cN/tex

Alongamento in %

Abreviação: ELONG, E%

Faixa de uso típica fica entre 5 - 9%

Significado para a CSITC – A Resistência é um parâmetro completo. O alongamento, dadas as variações interlaboratoriais e dificuldades de calibragem, não é atualmente um parâmetro CSITC.

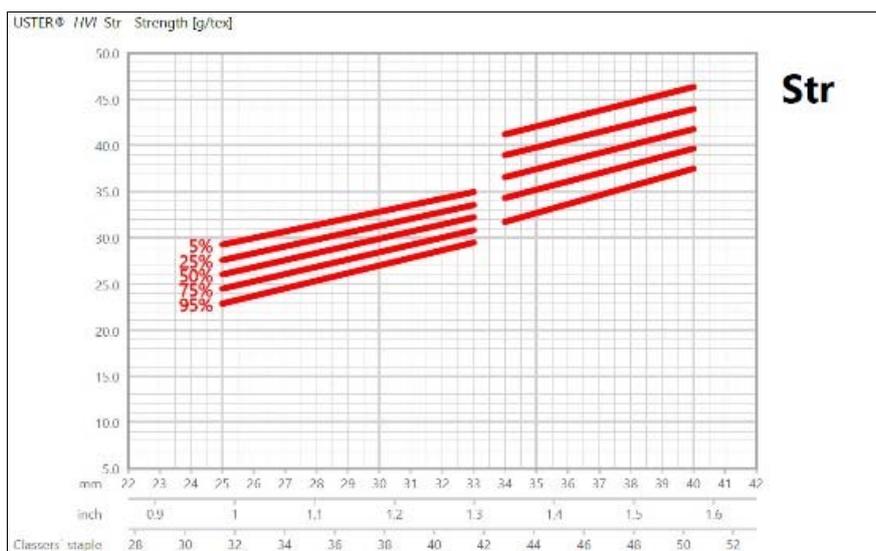


Figura 19: Resistência vs Comprimento Médio da Metade superior (UHML) [Uster Technologies].

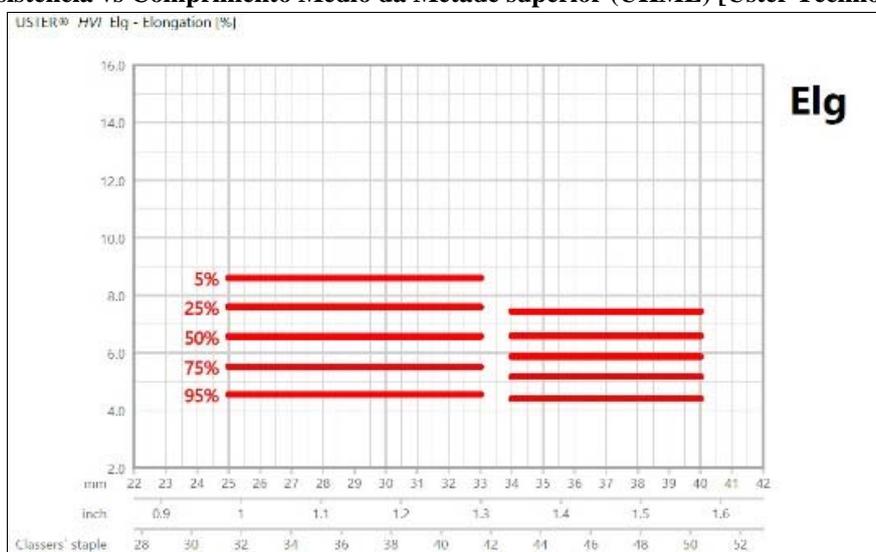


Figura 20: Alongamento vs Comprimento Médio da Metade superior (UHML) [Uster Technologies].

## 7.2 - Instrumentos existentes para a medição da resistência

Tabela 8: Lista de instrumentos para medição de resistência.

Instrumento	Tipo de equipamento	Outras características analisadas*
Análise de uma única fibra	Textechno (Favigraph e Favimat) Lenzing Instruments (Vibroskop e Vibrodyn)	Resistência, Tenacidade, Alongamento, Densidade linear
Instrumento específico para medição de resistência	Textechno (Fibrotest)	Resistência, Tenacidade, Alongamento
Módulos integrados a equipamentos de alto volume	Uster Technologies: HVI 1000 Premier: HFT, ART2, ART3 MAG Solvics: HVT Mesdan: CONTEST-F	Resistência, Tenacidade, Alongamento Impurezas, Micronaire

\*Dependendo do modelo usado.

**Tabela 9: Interpretação ou classificação de resultados de resistência.**

Tenacidade em cN/tex [Universal e CSITC para algodão Upland]	Descrição
< 25	Muito fraco
26 - 31	Fraco
32 - 36	Médio
37 - 40	Forte
> 40	Muito forte

**Tabela 10: Interpretação ou classificação de resultados de alongamento.**

Alongamento (%)	Descrição
< 5	Muito baixo
5.0 – 5.8	Baixo
5.9 – 6.7	Médio
6.8 – 7.6	Alto
> 7.7	Muito alto

### **7.3 - Descrição de possíveis relações entre resultados de ‘avaliação manual e visual’ e resultados de ‘classificação instrumental’**

Não é possível fazer uma declaração assertiva sobre resistência com base em classificação manual. Não há conexão confiável com os resultados instrumentais.

No entanto, ao esticarem as fibras de uma amostra para formar a barba, classificadores experientes podem ter uma indicação de fibras mais fracas ou mais fortes em comparação com uma amostra de outra origem ou até da mesma origem. Fibras fracas podem causar mais quebras durante a estiragem. Fibras maduras e mais fortes passam uma sensação de maior resistência. Juntamente com o feedback regular de ensaios instrumentais e resultados de qualidade percebidos em safras anteriores, essa impressão do classificador pode indicar desvios em relação a resultados comumente obtidos.

### **7.4 - Resultados presentes na avaliação ‘manual e visual’ mas ausentes nos resultados de ‘classificação instrumental’**

Ao contrário de ensaios instrumentais, a classificação manual não fornece resultados precisos e confiáveis para resistência.

### **7.5 - Uso dos resultados de Resistência na produção de algodão**

A resistência da fibra depende de outras propriedades, como maturidade e finura, que medem o impacto das condições de produção no desenvolvimento da fibra na planta.

### **7.6 - Uso dos resultados de Resistência na usina**

A secagem excessiva do algodão em caroço e o uso intenso de limpadores de pluma podem resultar em graus mais altos, mas levar a reduções no comprimento da fibra (em até 5%), diminuição na uniformidade, na resistência e no alongamento, e aumento no índice de fibras curtas. De fato, as usinas são incentivadas a limpar excessivamente o algodão, a obter um grau mais alto e um preço maior pela pluma, gerando assim um melhor retorno para o produtor. Infelizmente, essa prática costuma prejudicar a qualidade da fibra, pois pode afetar adversamente comprimento, uniformidade, resistência e alongamento; aumentar os níveis e o tamanho de neps e de fragmentos de caroço, bem como elevar o índice de fibras curtas. Isso afetará o beneficiamento, o desempenho e o valor final do algodão. O descaroçamento

representa, em essência, um meio termo entre o teor de impurezas e a qualidade / integridade da fibra, uma vez que cada dispositivo mecânico ou pneumático usado para limpar e descaroçar o algodão leva a uma deterioração na qualidade da fibra.

Em geral, o efeito do descaroçamento na resistência das fibras não é tão alto. A variedade da semente e as condições de cultivo têm maior influência. O descaroçamento por serra pode danificar as fibras mais do que o por rolo. A maior quantidade de fibras danificadas no feixe usado para medir a resistência pode diminuir um pouco o resultado da resistência medida.

### 7.7 - Uso dos resultados de Resistência na comercialização

A resistência é a segunda das três principais garantias instrumentais para o comércio internacional. A aceitação no mercado é facilitada por resultados instrumentais confiáveis e pela gama de resultados bastante conhecida e típica de um algodão de uma determinada safra, área de plantio e padrão de qualidade.

Segundo regras internacionais de negociação da ICA, o valor de resistência em uma descrição contratual de qualidade equivale a uma garantia mínima sem a necessidade de um intervalo de tolerância. Um limite de controle deve ser acordado separadamente.

Geralmente, os deságios por desvios da garantia contratual acima de um valor acordado são expressos em porcentagens do preço do contrato.

O Acordo Universal de Padrões de Algodão, os regulamentos nacionais e as recomendações internacionalmente acordadas da ICCTM / CSITC formam a base para práticas e padrões de ensaios instrumentais contemplados nas regras para resolução de disputas.

### 7.8 - Uso dos resultados de Resistência em fiações / no processo têxtil

O ensaio de tração é geralmente feito em um feixe de fibras por ser mais rápido que com fibra única. As fiações usam a resistência juntamente com o comprimento, a uniformidade do comprimento e a finura da fibra (Micronaire) como parâmetros de qualidade, pois afetam a resistência do fio. Isso não é relevante só para o fio, mas também para a resistência final do tecido. Por exemplo, tecidos tratados com resina perdem a resistência e, portanto, para esta aplicação, algodão extra-longo com altos valores de tenacidade é a escolha ideal.

A tabela 11 lista prioridades e parâmetros significativos para diferentes sistemas de fiação<sup>27</sup>.

**Tabela 11: Prioridades e parâmetros significativos para diferentes sistemas de fiação.**

Fiação a anel	Fiação Open End	Fiação a Jato de Ar
Comprimento	Resistência	Resistência
Uniformidade de comprimento	Finura	Comprimento
Resistência	Limpeza	Limpeza
Maturidade	Comprimento	Finura
Finura	Uniformidade de comprimento	Uniformidade de comprimento
Alongamento	Alongamento	Alongamento
Limpeza	Maturidade	Maturidade
Cor	Cor	Cor

<sup>27</sup> Furter R. 2011. Textile Measuring Technology and Quality Control, Uster Technologies.

## 8 - Medição de Cor

A cor é uma das propriedades mais importantes do algodão e pode ser afetada por vários fatores: variedade da semente, condições de cultivo – como tipo solo, regime de chuvas, geadas, insetos, fungos, **invasoras** etc. – e também por condições de descarçamento, transporte e armazenamento em relação a umidade, temperatura, embalagem do fardo etc.

Historicamente, a cor do algodão era avaliada pelos classificadores de maneira sensorial – visual. Um especialista especialmente treinado classifica a amostra de algodão pela comparação visual com um conjunto de padrões físicos sob iluminação padrão e / ou de acordo com uma descrição do grau de cor. As análises visuais acontecem em salas com paredes cinza; as amostras são colocadas em uma mesa preta sob uma lâmpada de 1200 lx.

Nos anos 30, o USDA começou a desenvolver a medição instrumental da cor. Dois parâmetros foram introduzidos na classificação do algodão: opacidade – o grau de refletância (Rd), e o amarelecimento (+b). O grau de refletância (Rd) indica quão brilhante ou opaca é a amostra, e o amarelecimento (+b) indica o grau de pigmentação da cor. O grau de cor do algodão é determinado instrumentalmente por um colorímetro com dois filtros. Esse método foi desenvolvido por Nickerson e Hunter no início dos anos 40 para validar os padrões de classificação do USDA. As escalas de Hunter usadas no colorímetro de Nickerson Hunter indicam, verticalmente, a porcentagem de refletância (Rd), que é uma medida da luminosidade da amostra, e na direção horizontal, o amarelecimento (+b) (Figura 21). O código de cores é determinado pelo ponto no qual os valores (Rd) e (+b) se cruzam no diagrama do colorímetro de Nickerson-Hunter para algodão Upland. Outras classificações também são possíveis.

Nos anos 70, a tecnologia do colorímetro foi integrada aos instrumentos de alto volume. O grau de refletância (Rd) determinado pelo CSITC fornece o brilho da amostra. Corresponde à refletância (Rd) representada na tabela de cor Nickerson-Hunter. O amarelecimento (+b), segundo o CSITC, é determinado por meio de um filtro amarelo. Descreve o grau de pigmentação do algodão. O amarelecimento (+b) do CSITC corresponde ao valor (+b) representado na tabela de cor Nickerson-Hunter. O (+b) é usado em conjunto com a refletância (Rd) para determinar o grau de cor do algodão medido por instrumento.

Normalmente, a cor de diferentes objetos tem três dimensões que podem ser determinadas pelo espectrofotômetro. Os dados de cor são apresentados nos espaços  $L^* a^* b^*$ , definidos pela CIE (Commission Internationale de l'Eclairage). É o espaço de cor padronizado mais conhecido. Via espectrofotômetro, as seguintes coordenadas podem ser determinadas:

- $L^*$  – luminosidade, e as coordenadas cromáticas:
- $a^*$  – coordenada verde/vermelho,
- $b^*$  – coordenada azul/amarelo,
- $C^*$  – croma (ou saturação); é um atributo de cor usado para indicar o grau de afastamento da cor em questão da cor neutra/opaca na mesma luminosidade [18],
- $h$  – ângulo de tonalidade; é um atributo de percepção visual segundo o qual uma área parece ser similar a uma das cores – vermelho, verde, amarelo e azul – ou a uma combinação de pares adjacentes dessas cores, consideradas em um anel fechado.

Alguns instrumentos usados na medição de cor do algodão nos dão as coordenadas  $L^* a^* b^*$ .

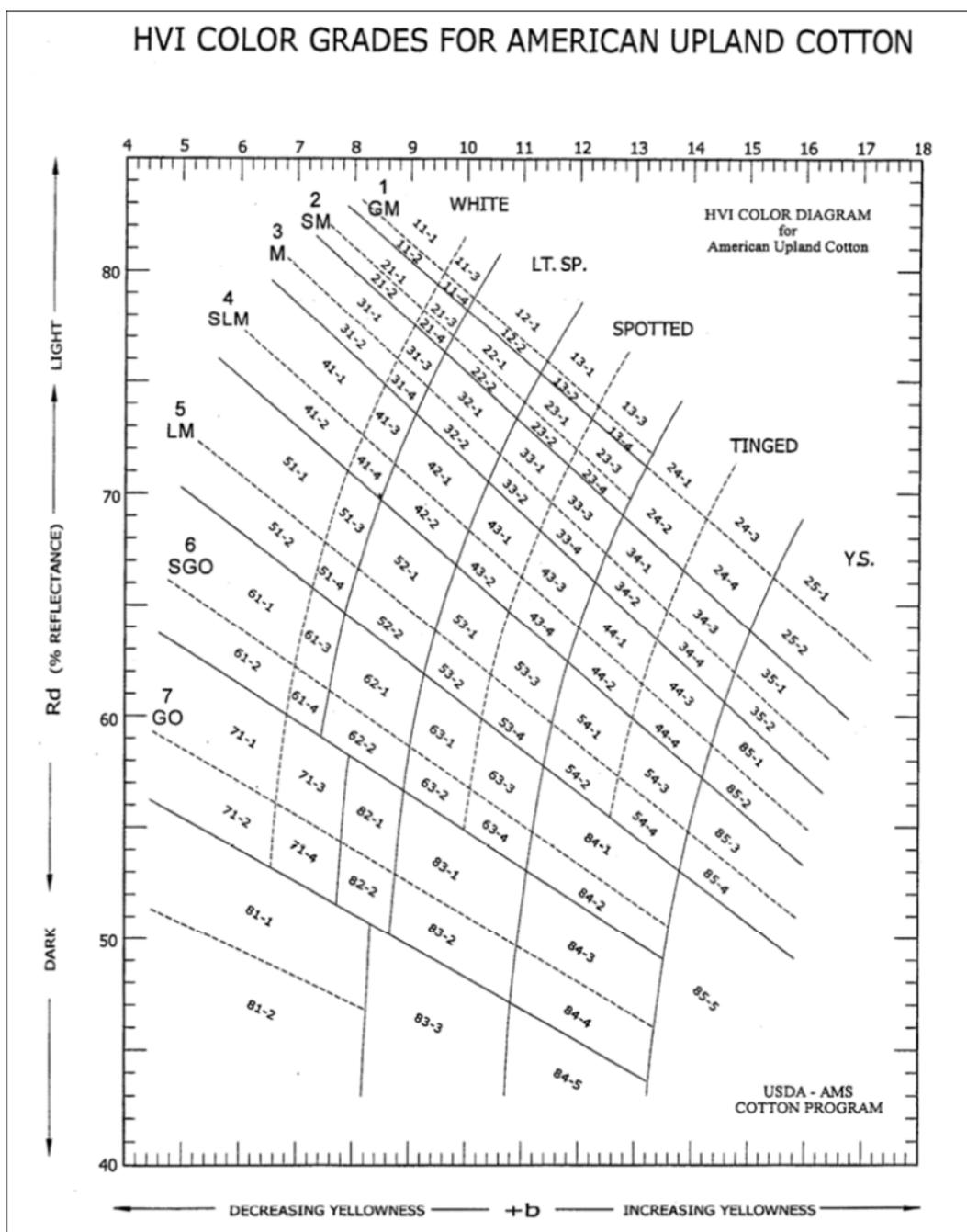


Figura 21: Diagrama de colorímetro de Nickerson-Hunter para algodão Upland; Fonte: <http://www.cottoninc.com/fiber/quality/us-fiber-chart/hvi-color-chart/>.

### 8.1 - Unidade, faixa de valores, significado no processo de harmonização da CSITC

- Grau de Cor – CG; 25 Graus de Cor e 5 categorias de cor abaixo do padrão (Tabela 13),
- Amarelecimento – (+b); intervalo segundo fig. 1, sem unidades
- Refletância – (Rd); intervalo segundo fig. 1, expressa em porcentagem
- Luminosidade – L\*, sem unidades
- Coordenada cromática a\* (verde/vermelho) – a\*, sem unidades,
- Coordenada cromática b\* (azul/amarelo) – b\*, sem unidades.

Significado para a CSITC: Refletância e amarelecimento são parâmetros completos.

Para converter Rd e +b na classificação de cor CG, usa-se uma tabela que fornece o CG para qualquer décimo de unidade Rd e qualquer décimo de unidade +b. Como o cálculo não é linear, não é possível recorrer a métodos usuais, como Média ou Desvio padrão sobre o CG. Em vez disso, os cálculos devem ser feitos para os valores de Rd e +b.

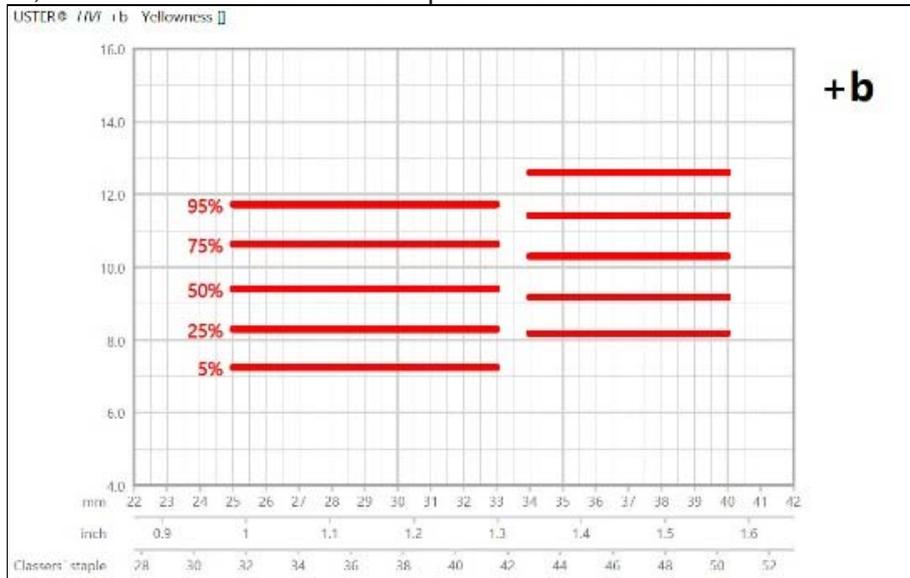


Figura 22: Amarelecimento vs Comprimento Médio da Metade superior (UHML) [Uster Technologies].

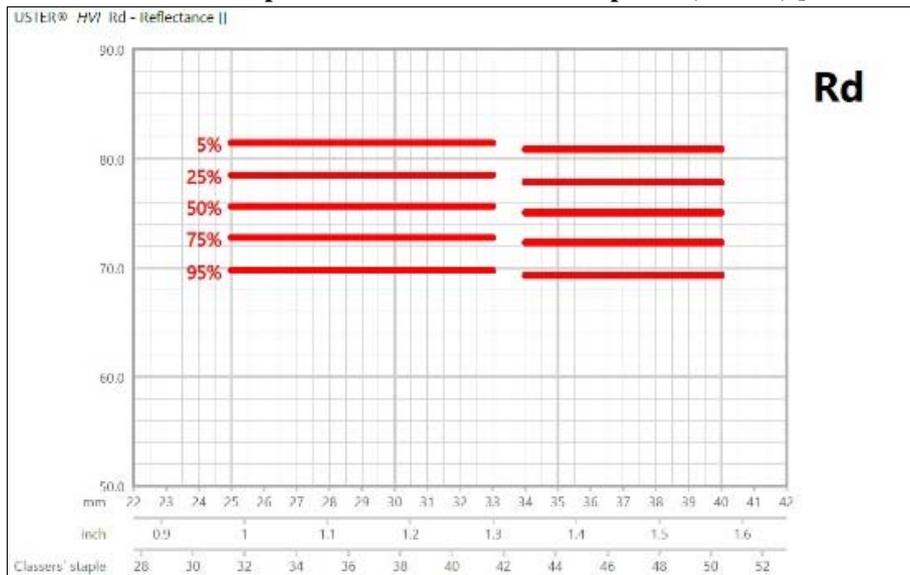


Figura 23: Refletância vs Comprimento Médio da Metade superior (UHML) [Uster Technologies].

Além disso, com base nas medições feitas por ICA Bremen em aproximadamente 17.000 amostras de uma ampla variedade de origens, em 2016 (Figura 24: Tabela de cor com 17.000 pontos de dados da ICA Bremen, algodão do mundo todo), o quantil de 10% para Rd é 68,7 e o quantil de 90% é 79,3. Para +b, o quantil de 10% é 8,2 e o quantil de 90% é 11,3.

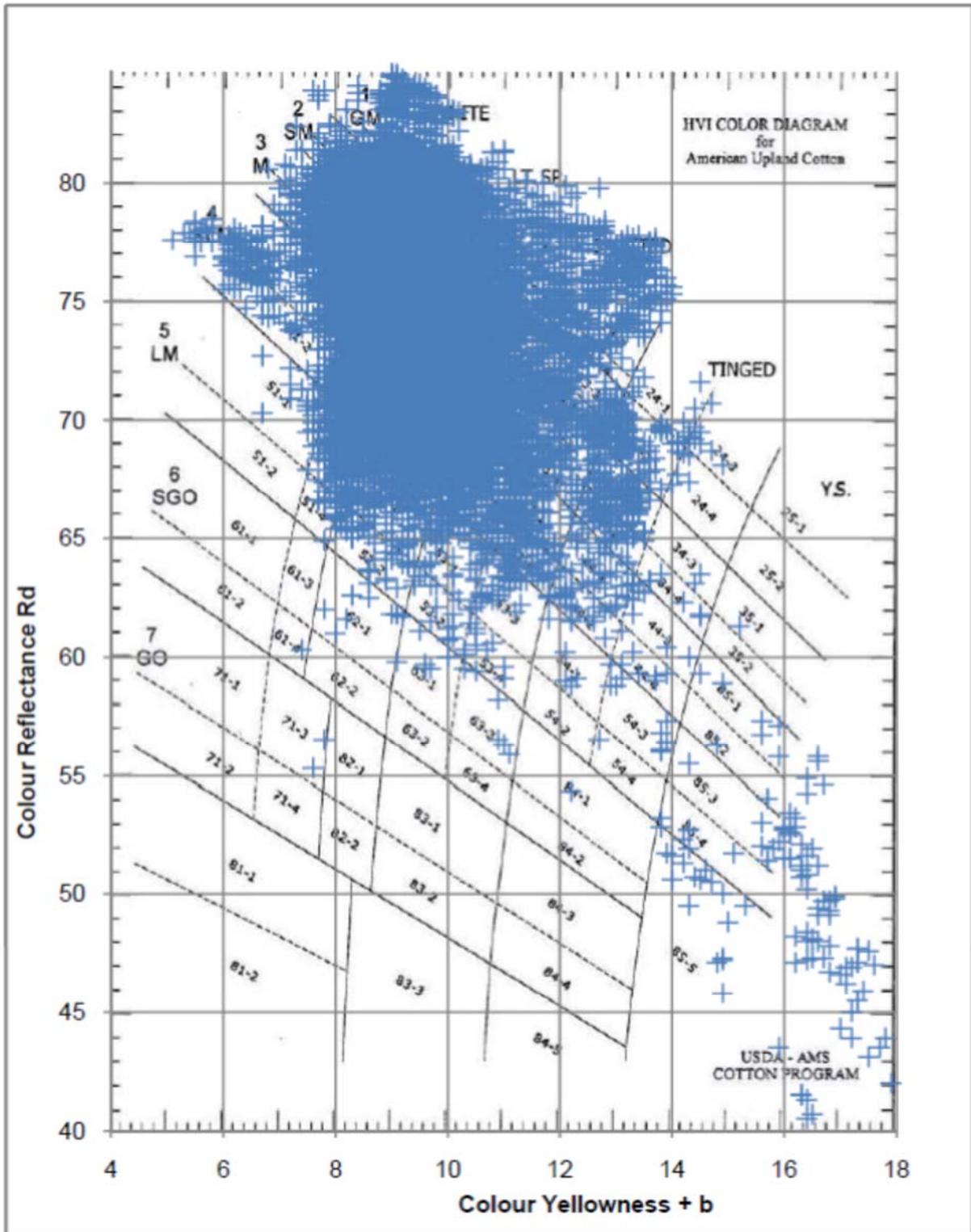


Figura 24: Gráfico de cor com 17 000 pontos de dados da ICA Bremen, algodões do mundo todo.

## 8.2 - Instrumentos existentes para a medição de cor

**Tabela 12: Lista de instrumentos para medição de parâmetros de cor.**

Instrumento	Tipo de equipamento	Outras características analisadas*
Método subjetivo/sensorial	Classificadores de algodão especialmente treinados - comparação visual com padrões físicos	Grau de folha, comprimento, preparação
Módulos integrados a equipamentos de alto volume	Uster Technologies, Premier, MAG Solvics Pvt. Ltd. – medição direta de: (+b) e (Rd), cálculo de CG (Grau de Cor)	Comprimento, resistência, impurezas, micronaire
	Sistema de Classificação de Fibras, Textechno – medição de (Rd) e (+b), CG, L*, a*, b*	Micronaire, comprimento, resistência, neps e impurezas, grau de folha
	Contest-F – medição de (Rd), (+b) e CG	Impurezas, neps, comprimento, pegajosidade, micronaire, maturidade
Instrumento específico para medição de cor	Medição direta de L*, a*, b* por espectrofotômetro  Digi Eye, medição de L*, a*, b* para imagem digital de amostras de algodão	C* – croma (ou saturação); h – ângulo de tonalidade

\*Dependendo do modelo usado.

## 8.3 - Descrição de possíveis relações entre resultados de ‘avaliação manual e visual’ e resultados de ‘classificação instrumental’

Segundo a literatura, a convergência entre as classificações visual e instrumental é de cerca de 70%<sup>28</sup> Para algodão não originado nos EUA, a compatibilidade entre o classificador e a análise instrumental (SITC) é menor, entre 50% e 75%<sup>29</sup>.

De modo geral, existe uma relação suficientemente aceitável entre as leituras instrumentais e a classificação manual, se a avaliação da qualidade estiver atrelada às Normas Universais para o Algodão Americano. Preparação ruim, manchas distintas e grandes, falhas na usina ou amostras sujas influenciam a medição instrumental mais do que a visual.

Dado o surgimento de graus de avaliação que não se encaixam das descrições normais, como os graus de cor 83 a 85, os classificadores manuais podem dar uma avaliação mais detalhada do que a fornecida pelo SITC.

A classificação manual da cor está relacionada a um conjunto aplicável de padrões de origem. Os países produtores usam padrões diferentes para classificar essa propriedade. Esses padrões geralmente combinam refletância, amarelecimento e brilho, de um lado, com a preparação, de outro, o que pode influenciar o resultado final de cor.

Para ensaios instrumentais nas fiações, os valores medidos de refletância e amarelecimento são convertidos em graus de cor segundo as Normas Universais. Nesse sentido, a comparação dos padrões aplicáveis a diferentes origens com leituras instrumentais de cor é muitas vezes difícil, embora uma correlação seja possível com base na comparação com as caixas físicas de algodão de padrões universais.

## 8.4 - Resultados presentes na avaliação ‘manual e visual’ mas ausentes nos resultados de ‘classificação instrumental’

<sup>28</sup> Duckett K., Ghorashi H., Zapletalova T., M. D. Watson. 1999. Color Grading of Cotton. Part I: Spectral and Color Image Analysis, Textile Research Journal 69 (11), pp. 878-886

<sup>29</sup> Matusiak M., A. Walawska. 2010. Some Aspects of Cotton Color Measurement, Fibers & Textiles in Eastern Europe 2010, Vol. 18, No. 3 (80), pp. 17-23.

A preparação - avaliada visualmente - expressa uma aparência geral de fibras e tufos de fibras. Refere-se ao grau de aspereza ou maciez da pluma<sup>30</sup>.

As caixas físicas com padrões de alguns países cobrem uma estreita variedade de cor, enquanto outras apresentam apenas uma cor. De toda forma, a cor mais baixa determina o resultado aceitável para esse padrão específico. Cada resultado representa graus do próximo padrão mais baixo.

Os instrumentos de análise utilizados comercialmente não diferenciam muito bem entre pontos problemáticos e o amarelecimento geral. A influência da preparação da amostra na medição da cor dificilmente pode ser avaliada.

A medição instrumental da cor pode resultar em uma significativa desvalorização do algodão com toques de amarelo uniformes, devidos às variedades plantadas e a práticas de produção.

Para algodão fora da faixa normal de qualidade, a classificação instrumental pode fornecer uma descrição insuficiente da qualidade da fibra.

### **8.5 - Uso dos resultados de Cor na produção de algodão**

Pode-se melhorar a cor colhendo-se o algodão o mais cedo possível. Quando a maçã se abre, a pluma é branca e limpa devido à natureza altamente refletiva da celulose e à falta de degradação microbiana. Se as fibras receberem chuva, é aconselhável aguardar a lavoura secar e embranquecer pelos efeitos do sol e do vento, antes de colher. No entanto, quando a pluma é exposta à umidade por muito tempo, pode ganhar tons acinzentados e opacos pela ação de fungos na sua superfície<sup>31</sup>.

### **8.6 - Uso dos resultados de Cor na usina**

Os limpadores de plumas removem partículas de folhas, grama, caules, cascas, sementes, impurezas menores, areia e poeira, e podem melhorar o grau do algodão ao removerem matérias estranhas e promoverem a mistura de algodão 'ligeiramente creme'.

### **8.7 - Uso dos resultados de Cor na comercialização**

A cor como parte da descrição da qualidade da fibra é uma das principais garantias dos contratos internacionais de algodão, e pode ser classificada instrumental e manualmente.

A cor é um critério básico, que decide a classificação da qualidade de matérias-primas de algodão segundo Padrões Universais aceitos globalmente e usados em muitos países como padrão para fibras cultivadas no EUA e fora dos EUA. O Grau de Cor é determinado de acordo com os padrões oficiais para o algodão Upland americano e é uma combinação de resultados instrumentais de (Rd) e (+b).

Chega-se a um código de cor de três dígitos cruzando-se os valores (Rd) e (+b) na tabela de cor (Figura 21).

Grandes diferenças de cor ocorrem entre os cinco grupos (tabela 13):

- Branco,
- Ligeiramente creme - LtSp,
- Creme - Sp, a
- Avermelhado - Tg,
- Amarelo estanhado - YS

Em cada classe, a refletância ou tom de branco da fibra é avaliada em outros oito níveis, de Good Middling (GM) a Abaixo do Padrão (BG) (Tabela 13).

<sup>30</sup> Anthony W.S., W. D. Mayfield. 1994. Cotton Ginners Handbook, USDA.

<sup>31</sup> A basic guide to cotton pricing and quality, Cotton Info, January 2017, available on: <https://www.cottoninfo.com.au/>

Existem atualmente 25 graus oficiais de cores físicas para o algodão Upland e cinco graus para cores abaixo do padrão. Quinze desses graus são representados de forma física por caixas de algodão que cobrem toda o intervalo de cada padrão (Figura 25), enquanto os 10 graus restantes e as cinco categorias abaixo do padrão são descritos com base em padrões físicos de grau de cor.

**Tabela 13: Graus de cor para algodão Upland (\* - Padrões físicos de grau de cor # - Padrões físicos para o grau de folha).**

	Branco	Ligeiramente Creme	Creme	Avermelhado	Amarelo Estanhado
Good Middling (GM)	11*	12	13	-	-
Strict Middling (SM)	21*#	22	23*	24	25
Middling (M)	31*#	32	33*	34*	35
Strict Low Middling (SLM)	41*#	42	43*	44*	-
Low Middling (LM)	51*#	52	53*	54*	-
Strict Good Ordinary (SGO)	61*#	62	63*	-	-
Good Ordinary (GO)	71*#	-	-	-	-
Abaixo do Padrão (BG)	81	82	83	84	85

O grau de cor é dado na forma de um número de três dígitos, como 41-1, que é o valor base atual. Quanto menor o número, melhor; por exemplo, um 31-1 é superior a um 41-4. Para obter mais informações, consulte o Manual de Classificação Instrumental .



**Figura 25: Exemplo de padrões físicos para Grau de Cor<sup>32</sup>.**

Alguns países produtores de algodão usam outros padrões, que têm papel importante na comercialização local ou em processos de exportação. Esses padrões refletem as variedades e práticas de produção utilizadas, bem como as influências ambientais. Para avaliar a fibra segundo esses sistemas, em contraposição a medições instrumentais da SITC e a um banco de dados mais amplo, é preciso criar um contrato que contemple possíveis riscos relativos à baixa qualidade.

<sup>32</sup> Overview of USDA HVI Cotton Classification Standards and Qualification Materials, USDA, available on: < <http://cotton.tamu.edu>>.

O fato de certas medições instrumentais da SITC serem amplamente utilizadas pelas fiações para comparar diferentes qualidades e origens influencia a prática comercial e o teor de garantias contratuais relativas a qualidade. Segundo regras da ICA, não deve haver diferenças de valor baseadas no grau de cor. Os descontos por cor são incorporados a outros descontos e expressos como valor monetário com base nas diferenças de mercado para variações na qualidade.

### **8.8 - Uso dos resultados de Cor em fiações / no processo têxtil**

Um grau de cor baixo afeta a eficiência da fiação e diminui as propriedades tinturais das fibras. Assim, a deterioração da cor indica menor eficiência de processamento e, ao mesmo tempo, menor valor de mercado para o algodão.

A preparação dos lotes deve levar em consideração a consistência da cor da mistura para a fiação (ver também 10.1<sup>33</sup>). Em outros casos, existe o risco de surgirem tons de cor nos fios. Para garantir uniformidade nos produtos finais (fios e tecidos), o algodão deve ser misturado a partir de vários fardos para tornar o comprimento e a cor da fibra tão uniformes quanto possível. A deterioração da cor afeta também a capacidade das fibras, e respectivos produtos têxteis, de absorver e reter tinturas e acabamentos.

---

<sup>33</sup> Majumdar M., Majumdar P.K., Sarkar B. 2004. Selecting Cotton Bales by Spinning Consistency Index and Micronaire Using Artificial Neural Networks, *Autex Research Journal*, Vol. 4, No1, 2004.

## **9 - Impurezas e contagem de partículas**

A impureza do algodão é definida como todo material 'não-pluma' encontrado em uma amostra. Essa característica é medida em termos da contagem de partículas e da área percentual medida na superfície de uma amostra prensada de fibras. Mais especificamente, a contagem de partículas é definida como o número de partículas contadas em uma superfície de algodão de 58 cm<sup>2</sup>. A área percentual é avaliada simultaneamente com a contagem de partículas e é uma medida da área da superfície das partículas dividida pela área da superfície do algodão que contém essas partículas. Como a porção não-pluma de uma amostra é composta principalmente de partículas de folhas, a medição de impurezas é normalmente considerada como uma medida do grau de folhas. Estão sendo desenvolvidas medições por tipo individual de partículas (cascas, grama e fragmentos de semente), mas não são de uso comum no momento.

Os sensores que medem tanto impurezas como a cor do algodão estão contidos no mesmo compartimento físico do instrumento usado para a análise. Quando uma amostra de algodão é prensada contra a janela de observação de vidro do sensor, uma câmera de vídeo captura uma imagem iluminada da amostra de algodão ao mesmo tempo em que os sensores de fotodiodo avaliam a cor geral da amostra. A imagem digitalizada da câmera de vídeo é analisada com software especializado dentro do instrumento para quantificar a contagem de partículas e a área de impurezas. As informações de cor obtidas pelos sensores de fotodiodo são usadas estritamente para determinar a cor geral da amostra e não influenciam as leituras de impurezas.

Os instrumentos de classificação que medem impurezas são calibrados com azulejos de calibração fornecidos pelo USDA. Os azulejos de calibração de impurezas do USDA fazem referência aos Padrões Universais de Impurezas do Algodão do USDA, que estabelecem níveis padronizados para a contagem de partículas e área percentual de impurezas.

O grau de folha é um importante fator de comercialização de algodão tradicionalmente determinado pelo classificador manual. Como a classificação do algodão por instrumento substituiu a classificação manual, a contagem de partículas e a medição percentual de impurezas substituem o classificador manual na determinação do grau de folha. A tecnologia de digitalização e processamento de imagens digitais oferece um alto grau de precisão na quantificação do teor de impurezas. Como resultado, as conversões de contagem de partículas e medição percentual de impurezas para grau de folha estão se tornando mais comuns. A maioria dos instrumentos de classificação de algodão fornece uma medida de grau de folha baseada na medição de impurezas. Desde 2011, o grau de folha medido por instrumentos tem sido usado pelo USDA como o único meio para determinar o grau de folha na classificação do algodão EUA.

### **9.1 - Unidade, faixa de valores, significado no processo de harmonização da SCITC**

A contagem de partículas é o número de partículas contadas em uma superfície de amostra de algodão digitalizada de 58 cm<sup>2</sup>. A área de impurezas é a área percentual encontrada na mesma superfície de amostra de algodão digitalizada.

Nome abreviado: Contagem de partículas / impurezas.

Faixa de valores para a contagem de partículas: entre 2 e 100.

Faixa percentual para área de impurezas para algodão Upland: entre 0,05 e 1,00.

Significado para a CSITC: Contagem de partículas e impurezas são parâmetros opcionais para a CSITC.

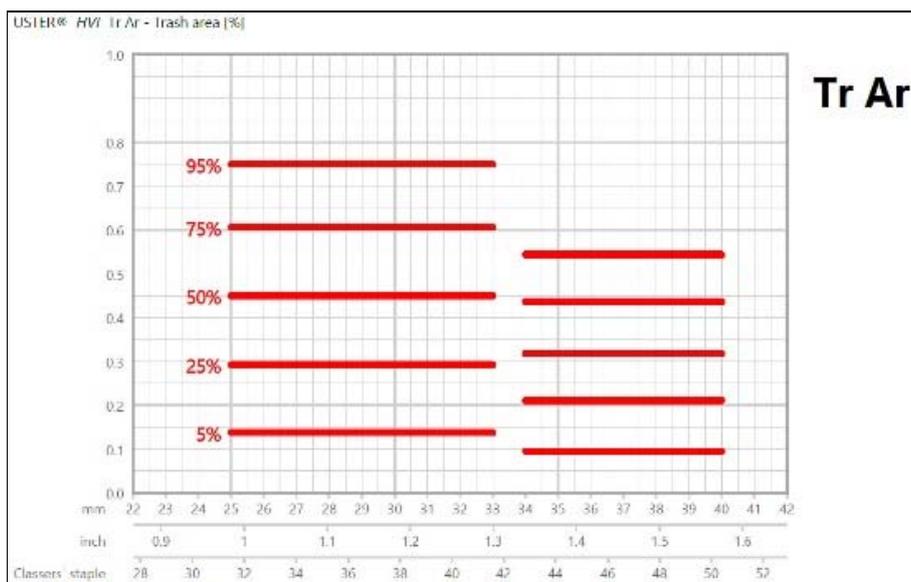


Figura 26: Impurezas vs Comprimento Médio da Metade superior (UHML) [Uster Technologies].

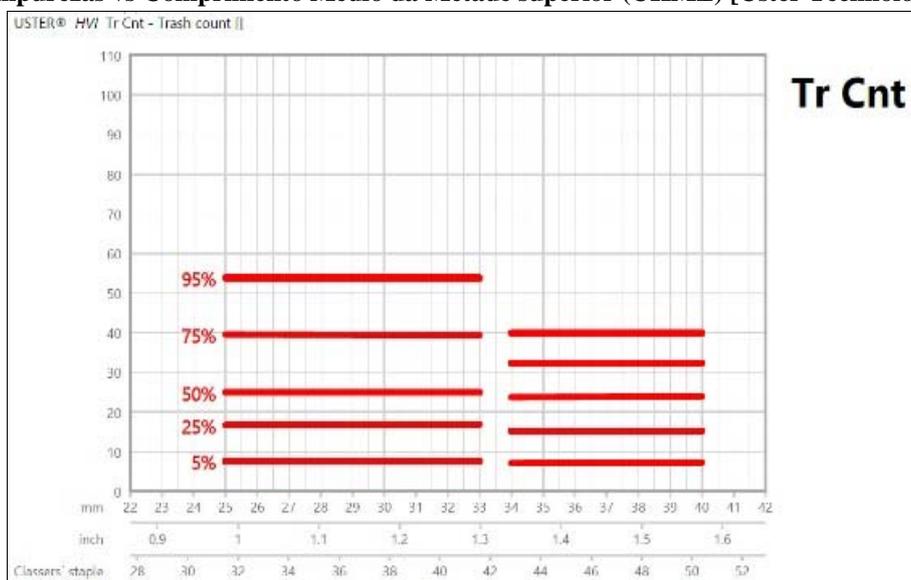


Figura 27: Contagem de Partículas vs Comprimento Médio da Metade superior (UHML) [Uster Tech.].

## 9.2 - Instrumentos existentes para a medição de impurezas

Tabela 14: Lista de instrumentos para medição de impurezas.

Instrumento	Tipo de equipamento	Outras características analisadas*
Módulos integrados a equipamentos de alto volume	Uster Technologies, Premier, MAG SITCs, Contest-F	Comprimento, resistência, micronaire, cor...
Instrumento específico para medição de impurezas	Uster 760, TexTechno Optotest Shirley Tester, Premier G-Trash, Uster Technologies, Textechno MDTA3 e MDTA 4	Textechno Optotest: cor, neps MDTA4: Comprimento

- \*Dependendo do modelo usado.

### 9.3 - Descrição de possíveis relações entre resultados de 'avaliação manual e visual' e resultados de 'classificação instrumental'

Para algodão Upland, a contagem de partículas e a área de impurezas são frequentemente convertidas em grau de folha instrumental (e não determinado manualmente). Alguns instrumentos calculam e fornecem o grau de folha instrumental como um parâmetro adicional. Além disso, algumas organizações, como o USDA, utilizam seu próprio instrumento para fazer conversões para grau de folha com base em ensaios instrumentais (Tabela 15).

**Tabela 15: Conversão entre impurezas e grau de folha.**

Grau de folha do classificador	Limites de Impurezas % HVI
1	< 0.18
2	< 0.28
3	< 0.44
4	< 0.63
5	< 0.87
8	< 1.14
7	< 1.42
8	>= 1.42

O teor de impurezas medido por instrumento guarda uma boa relação com os Graus de Folha determinados por classificação manual, na comparação com as caixas de padrão universal. Devido à ampliação das descrições de graus mais baixos usadas para ensaios instrumentais, os classificadores manuais podem fornecer uma análise mais detalhada do algodão do que o Grau de Folha instrumental (SITC).

Não existe uma relação fixa entre padrões físicos e valores medidos instrumentalmente (SITC) em relação a padrões de outras origens (fora dos EUA). A comparação só é possível se baseada na experiência e em resultados históricos de análise de qualidade.

A avaliação do teor de impurezas por classificação manual pode diferir dos resultados do 'Grau de Folha' instrumental por conta do tipo de impureza.

### 9.4 - Resultados presentes na 'avaliação manual e visual' mas ausentes nos resultados de 'classificação instrumental'

A classificação manual pode separar as impurezas em seus diferentes aspectos, como quantidade de folhas, tamanho das folhas e quantidade de matéria estranha. Em contrapartida, os ensaios instrumentais para algodão Upland medem a área percentual de impurezas apenas para a determinação do grau de folha dependendo da origem do algodão.

Matéria estranha, ou partes da planta de algodão à exceção das fibras, costumam ser incluídas nas caixas de padrões físicos de países produtores fora dos EUA.

A maior parte da matéria estranha presente em uma amostra de algodão, além de sujeiras e falhas de beneficiamento, é detectada apenas por inspeção visual das amostras.

### 9.5 - Uso dos resultados de Impurezas e contagem de partículas na produção de algodão

As medições de impurezas fornecem ao produtor informações sobre decisões de manejo, incluindo técnicas de seleção de variedade de sementes e de colheita. Diferentes variedades de algodão têm diferentes características de folha. Por exemplo, as variedades com muita pilosidade tendem a ter mais impurezas do que as variedades com folhas mais lisas, uma vez que as folhas com alta pilosidade aderem mais à pluma. Em relação à colheita, o teor de

impurezas na fibra colhida mecanicamente geralmente é maior do que no algodão colhido manualmente. A eficácia na desfolha do algodão colhido mecanicamente também pode ser avaliada pelo teor de impurezas.

Em muitos países onde a maior parte do algodão ainda é colhida manualmente, alguns padrões estabelecidos de algodão em caroço são usados para classificar a produção do agricultor e decidir o nível de ágio ou deságio a ser aplicado. Geralmente, esses padrões estabelecidos para algodão em caroço refletem cor, impurezas e alguns outros parâmetros de qualidade, e são reunidos em caixas físicas. As leituras instrumentais geralmente não desempenham nenhum papel nessa fase.

### **9.6 - Uso dos resultados de Impurezas e contagem de partículas na usina**

As medições de impurezas fornecem à usina informações valiosas para tomada de decisões sobre controle de processos, visando otimizar o equilíbrio entre remoção de impurezas e qualidade da fibra. O equilíbrio ideal entre melhorar o grau de folha (reduzir impurezas) e preservar a qualidade da fibra deve ser sempre buscado para maximizar o valor do fardo.

A introdução da colheita mecânica e a prática resultante, de colher com a ajuda de maturadores e desfoliantes químicos, resultaram em fibras com maior teor de impurezas, maior variabilidade e, por vezes, maior teor de umidade chegando nas usinas. Isso levou à adoção de sistemas de limpeza e secagem mais abrangentes e, como a qualidade desempenha um papel crucial na determinação do preço do algodão, as usinas se veem obrigadas a limpar excessivamente a fibra para elevar a qualidade, obter um preço mais alto para a pluma e, portanto, melhorar o retorno para o produtor. A limpeza agressiva da pluma, combinada ao calor, pode ser muito eficaz na redução do teor de impurezas, mas é prejudicial à qualidade da fibra, podendo afetar comprimento, uniformidade, presença de neps e de fragmentos de caroço, o que prejudicará o desempenho têxtil e o valor do algodão.

O peso é outro fator que deve ser considerado nos cálculos do valor do fardo, pois o nível de remoção de impurezas afeta o peso comercializável. A limpeza mecânica agressiva da pluma pode reduzir o peso do fardo em até 60 libras (27 kg) e a produção da usina em até 2%.

A inspeção visual do algodão em caroço somada ao processo de classificação manual e a procedimentos de separação e mistura cuidadosos, com diferentes algodões, podem contribuir para homogeneizar os fardos produzidos na usina.

### **9.7 - Uso dos resultados de Impurezas e contagem de partículas na comercialização**

Em relação ao comércio internacional de algodão em pluma, o conteúdo de impurezas é geralmente contemplado em contrato como parte da garantia de qualidade, e representado por um padrão acordado ou uma amostra ajustada por tipo. Nesse caso, considera-se que impurezas e cor representam, cada um, cerca de metade do valor.

Em alguns países, o peso das impurezas em percentagem geralmente faz parte da garantia de qualidade contratual. O método de ensaio deve ser acordado em contrato.

Na medida em que a safra de um país é avaliada instrumentalmente, pode acontecer que uma garantia separada para impurezas seja acordada com base nos Padrões Universais de Algodão que representam o Grau de Folha.

O teor de impurezas pode ser uma parte importante do peso entregue, e seu tipo pode influenciar o processamento. Além disso, o alto teor de impurezas pode ser a primeira indicação de outros possíveis defeitos de qualidade.

De modo geral, um alto teor de pequenas partículas de folha reduz as descrições de qualidade do mesmo modo que um maior conteúdo de matéria estranha. Exceto no caso de algumas associações de algodão para as quais uma percentagem de impurezas deve ser acordada, não há descontos especiais apenas para o teor de impurezas. Diferenças de valor relativas a qualidade devem ser consideradas.

### **9.8 - Uso dos resultados de Impurezas e contagem de partículas em fiações / no processo têxtil**

Conhecer o teor de impurezas presentes no fardo é importante para as fiações. Qualquer impureza remanescente no algodão beneficiado é sinônimo de resíduo para a fiação e deve ser removido durante o processamento do fio. Os impactos do teor de impurezas são percebidos a partir do volume de impurezas removidas na sala de abertura e, a seguir, nos processos de cardagem e penteagem. As impurezas influenciam a qualidade do fio em termos de defeitos e de menor eficiência industrial, com maior número de quebras nas extremidades. Um teor mais alto de impurezas também afeta o custo do algodão, enquanto matéria prima, para as fiações. A indústria têxtil compra algodão com base no peso total do fardo, que inclui fibra e impurezas. Um alto teor de impurezas significa que a fiação está pagando mais por impurezas proporcionalmente à fibra.

## **10 - Outros parâmetros mensuráveis**

### **10.1 - Índice de Consistência de Fiação (SCI)**

O SCI (Índice de Consistência de Fiação) é um parâmetro completo para resultados instrumentais (SITC), que inclui todos os resultados em uma medição. O SCI é baseado em cálculos de regressão entre as propriedades da fibra medidas por instrumentos e as propriedades do fio fiado em anel, incluindo 160 amostras por ano em 5 anos consecutivos. A faixa abrange comprimento entre, pelo menos, 24mm e 35mm, resistência entre 18 a 36 g/tex, e Micronaire entre 2,8 e 5,8.

Valores de SCI semelhantes para duas amostras significa que as propriedades potenciais do fio resultante dessas amostras são semelhantes. O uso do SCI simplifica a gestão do armazém.

Idealmente, o SCI pode ser usado para incluir todas as propriedades da fibra no sistema de gestão de fardos. Ao usar o SCI, a consistência da matéria-prima pode ser mantida e a variação da matéria-prima no lote e entre lotes podem ser controladas. A fiação utilizará algumas propriedades específicas (como Micronaire) mais o SCI para cobrir todas as outras propriedades relevantes (consulte o capítulo 5).

A fórmula do SCI é (no modo calibração do HVICCS):

$$\text{SCI} = -414,67 + (2,9 \times \text{Resistência}) - (9,32 \times \text{Mic}) + (49,17 \times \text{UHML em polegadas}) + (4,74 \times \text{Índice de Uniformidade}) + (0,65 \times \text{Rd}) + (0,36 \times +b).$$

Se não houver informação de cor, a equação do SCI será:

$$\text{SCI} = -322,98 + (2,89 \times \text{Resistência}) - (9,02 \times \text{Mic}) + (45,53 \times \text{UHML em polegadas}) + (4,29 \times \text{Índice de Uniformidade}).$$

Caso o UHML seja dado em mm, e não em polegada, a constante para UHML (49,17 ou 45.53) deve ser dividida por 25,4.

Atualmente, o SCI é usado apenas para o processamento de algodão, embora seja um parâmetro adequado para obter uma primeira impressão da qualidade do fardo e da variação de qualidade entre os fardos também para fins comerciais.

Os valores típicos de SCI variam entre 100 e 150 para pluma, mas podem ser de até 50 para amostras muito curtas/fracas, ou exceder 200 para amostras muito longas/fortes<sup>34</sup>.

Significado para a CSITC: atualmente não faz parte dos parâmetros da CSITC.

Essa característica não tem nada a ver com classificação manual e, até onde se sabe, não tem relevância para o comércio internacional.

---

<sup>34</sup> Nota especial: para amostras da penteadeira ou de resíduos (não incluídas no escopo deste documento), os resultados podem até ser inferiores a zero.

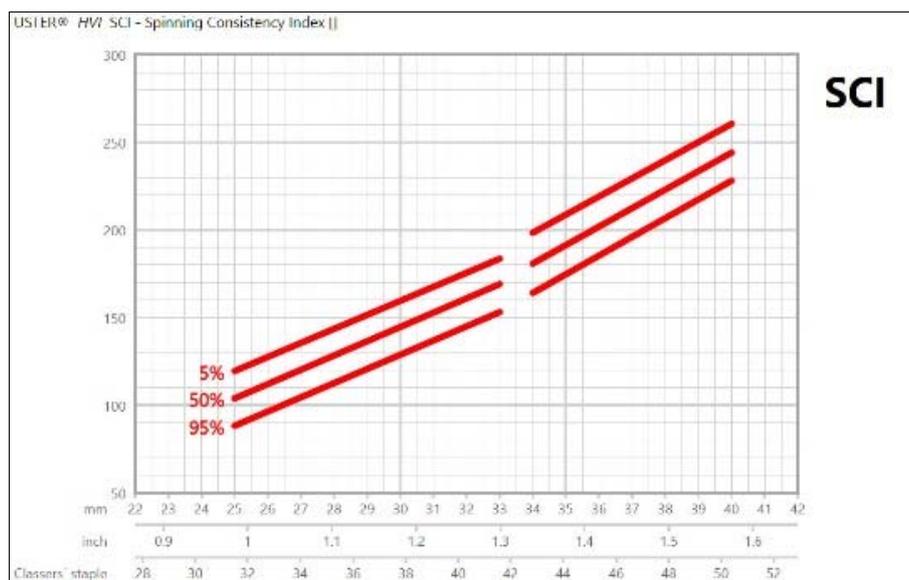


Figura 28: Índice de Consistência de Fiação vs Comprimento Médio da Metade superior (UHML) [Uster].

## 10.2 - Quantidade de fibras

Indica a quantidade de fibras no corpo de prova ("pente") quando a medição é feita no módulo de comprimento/resistência dos instrumentos<sup>35</sup>.

Quantidade baixa significa que a largura do pente não é usada totalmente e/ou que pode haver lacunas na barba. Assim, não há fibras suficientes e, portanto, a medição da resistência será menos precisa. Um valor alto de quantidade significa que muitas fibras estão se sobrepondo no sistema óptico, o que produz desvios sistemáticos.

Normalmente, os limites permitidos para quantidade de fibra são definidos nos instrumentos entre 350 e 750. Barbas que ultrapassam esse intervalo são automaticamente excluídas da medição / resultados.

Essas informações não têm absolutamente nenhum uso comercial. Portanto, a avaliação de quantidade não deve fazer parte de nenhum certificado ou cálculo relacionado ao que quer que seja na cadeia de valor do algodão.

Significado na CSITC: atualmente não é um parâmetro CSITC.

Essa característica não é usada para comercialização ou classificação manual.

## 10.3 - Umidade em base seca

O método de ensaio padrão para análise de algodão por instrumento de alto volume determina que as amostras sejam condicionadas até atingirem um teor de umidade em base seca que esteja em equilíbrio com as condições atmosféricas aprovadas, antes do ensaio (ASTM D 5867). As condições adequadas de temperatura e umidade relativa no laboratório durante o ensaio são fixadas em 21 ° C +/- 1 e 65% +/- 2 de umidade (ASTM D1776).

Normalmente, as amostras exibem um teor de umidade no equilíbrio de, em média, 7,5%, com uma faixa típica de 6,75% a 8,25% (em relação à massa seca). Amostras de algodão imaturo tendem a absorver menos umidade que a fibra madura; e amostras de algodão extra fino (G. barbadense) também tendem a apresentar um teor de umidade um pouco menor. Ambos os casos podem fazer com que o teor de umidade fique no nível mais baixo da faixa de valores, ou até um pouco abaixo.

<sup>35</sup> Observar que a 'quantidade da mostra' no pente do FIBROTEST é, de fato, a massa – assim, a 'Quantidade' equivale à massa real da amostra.

Com o resultado instrumental do teor de umidade (em relação à massa seca), é possível verificar se o teor de umidade real da amostra está na faixa típica de equilíbrio de umidade. No entanto, o requisito para o ensaio é o condicionamento adequado para a amostra atingir o equilíbrio de umidade a 21 ° C / 65%, e NÃO o teor de umidade em si da amostra em questão.

Com boa gestão de qualidade no laboratório, incluindo climatização e condicionamento adequado da amostra, o teor de umidade não tem relevância para uso posterior dos resultados da análise, servindo apenas para o laboratório garantir o correto condicionamento.

Além da medição instrumental, o teor de umidade deve ser avaliado nos laboratórios com dispositivos portáteis de verificação (geralmente à base de uma resistência elétrica)

- antes que as amostras sejam condicionadas para garantir o condicionamento pelo lado seco
- antes do ensaio por instrumento, pois as informações instrumentais de umidade são fornecidas apenas com os resultados do ensaio, e não antes.

O teor de umidade das amostras em laboratório não reflete o teor de umidade do fardo, pois as amostras adaptam rapidamente seu teor de umidade às condições dadas.

Significado para a CSITC: atualmente não faz parte dos parâmetros da CSITC.

### 10.3.1 - Uso dos resultados de Umidade em base seca na produção de algodão

Alta umidade ou chuva durante a colheita ou o armazenamento do algodão podem causar uma descoloração da fibra. A colheita mecânica do algodão úmido pode provocar torções e nós, e influenciar a preparação do algodão beneficiado.

### 10.3.2 - Uso dos resultados de Umidade em base seca na usina

Um tópico independente diz respeito ao teor de umidade do algodão em caroço durante o descaroçamento. Dos vários parâmetros de beneficiamento, o teor de umidade da fibra e a limpeza da pluma, separadamente e em conjunto, determinam principalmente a qualidade da pluma e o subsequente desempenho do processamento, em termos de rupturas e resistência do fio. O teor de umidade do algodão em caroço é particularmente importante no processo de descaroçamento. O algodão em caroço com alto teor de umidade ( $\geq 12\%$ ) será mais resistente à quebra de fibra, mas as impurezas serão mais difíceis de remover. Além disso, a formação de aglomerados menores do algodão em caroço pode entupir e danificar o maquinário. Por outro lado, algodão muito seco ( $\leq 4\%$ ) também danificará o equipamento por causa da geração de eletricidade estática. Ademais, o baixo teor de umidade fará com que a fibra se torne mais dura, quebradiça e fraca, levando a mais danos potenciais durante o processo de descaroçamento. Quando se evita o uso excessivo de limpeza e secagem das fibras, apenas metade dos neps se formam durante o processo de produção do fio, as quebras na fição são reduzidas em 50%, enquanto resistência e uniformidade melhoram em cerca de 15%.

Recomenda-se que o teor ideal/ótimo de umidade da fibra durante a descaroçamento seja de 6% a 8% para o algodão Upland, e de 5% a 6% para o ELS. São faixas de valores que representam um meio termo entre uma limpeza suave e eficaz, por um lado, e preservação da qualidade da fibra, por outro. Portanto, em geral, o descaroçamento feito com teor de umidade abaixo de 5% pode causar sérios danos às fibras, enquanto o beneficiamento com teor de umidade acima de 8% pode produzir uma pluma mais áspera (má preparação), reduzir a capacidade do maquinário e resultar em uma limpeza menos eficaz.

### 10.3.3 - Uso dos resultados de teor de umidade em base seca na comercialização

Em um primeiro momento, o alto teor de umidade é um problema em relação ao peso. O teor de umidade normal de um fardo deve estar entre 7% a 9% no momento da chegada ao destino, dependendo das condições climáticas. Um teor mais alto de umidade aumenta o peso pelo qual o comprador paga, sem apresentar mais fibras. A perda de peso é passível de ser reivindicada pela parte interessada. A exposição longa à água em área descoberta pode

causar danos à fibra, que serão considerados na definição dos termos do acordo entre comprador e vendedor ou cobertos por seguro.

A prensagem de algodão úmido pode causar a formação de placas duras em várias partes do fardo. Geralmente, fazer a prensagem de fardos de algodão muito úmido pode causar descoloração da fibra se os fardos forem armazenados por um longo período. Isso afetará o grau de cor e resultará em um desconto no preço final. As diferenças de valor para qualidade são aplicáveis aqui.

Mas o teor de umidade deve ser medido diretamente no fardo, ou em sacos devidamente embalados e selados, para evitar que a umidade da amostra varie antes do ensaio em laboratório. Para medir a umidade diretamente no fardo, geralmente é usada uma resistência elétrica com sensor de 2 agulhas ou medição por microondas. Para medir a umidade de amostras seladas em laboratório, é utilizada uma estufa. Como alternativa, estão disponíveis sistemas de microondas específicos.

As amostras coletadas para ensaios instrumentais não são adequadas para determinar o teor de umidade do fardo.

Com base no peso real do fardo e no teor de umidade medido, calcula-se o peso comercial. A umidade em relação à massa seca (regain) é fixada em 8,5%.

Além disso, danos locais<sup>36</sup> ou placas de fibras endurecidas<sup>37</sup> podem ser sinais de maior teor de umidade em partes do fardo. A sensação tátil causada pela amostra, manchas amarelas profundas e o odor característico podem fornecer a primeira pista de teor de umidade acima do normal. O grau exato de umidade deve ser medido por um instrumento. A descoloração do algodão por causa do alto teor de umidade será considerada na classificação manual.

---

<sup>36</sup> O termo 'danos locais' refere-se ao dano ou deterioração da fibra causada pela absorção excessiva de umidade, poeira ou areia pela exposição ao clima ou armazenada em superfícies molhadas ou contaminadas. Esse algodão é descartado.

<sup>37</sup> O termo 'placas de fibras duras' refere-se à descrição de danos em partes internas do fardo. A prensagem de algodão úmido ou molhado sob alta pressão e a influência de microorganismos provocam o aparecimento dessas áreas endurecidas durante períodos mais longos de armazenamento

## **11 - Outras características mensuráveis da fibra que podem ser avaliadas por outros instrumentos**

### **11.1 - Neps**

Neps são pequenos emaranhados de fibras e ocorrem principalmente na forma de neps de fibra ou neps de casca de caroço. Um nep de fibra é constituído por um nó de fibras imaturas ou mortas emaranhadas, enquanto um nep de casca de caroço é um emaranhado de fibras ligadas a fragmentos do caroço. Os neps também podem ser diferenciados entre mecânicos e biológicos. Os neps mecânicos são constituídos apenas por fibras emaranhadas, enquanto nos biológicos os emaranhados estão ligados a partículas de matéria estranha, como fragmentos de caroço, cascas e folhas.

Os neps podem se formar por vários fatores, incluindo o ambiente de cultivo da planta de algodão, a seleção da variedade e o processamento de fibras durante colheita, descaroçamento e processamento têxtil. Dada sua natureza emaranhada e nodular, neps geralmente são considerados contaminantes e, portanto, é necessário reduzir os neps na fiação para mitigar defeitos de qualidade em fios e tecidos.

Outro tipo de nep é o “white speck”, formado por emaranhados de fibras imaturas e que dificultam a fixação do tingimento no tecido. Fibras imaturas carecem de desenvolvimento da parede celular secundária e, portanto, têm baixo teor de celulose, necessária para a absorção do tingimento.

Por fim, os neps pegajosos são emaranhados de fibras, maduras ou imaturas, que se formam por caramelização, processo que faz com que as fibras se colem entre si<sup>38</sup>.

A medição é feita em termos de número de neps por grama e do tamanho médio do nep. Alguns instrumentos são capazes de fornecer essas medições separadamente para neps de fibra e neps de casca de caroço.

#### **11.1.1 - Unidade, faixa de valores, significado no processo de harmonização da CSITC**

Contagem de neps é feita em gramas; tamanho médio em microns

Nome abreviado: Contagem de neps e tamanho dos neps

A faixa usual para contagem de neps vai de 150 a 400 neps/grama. A faixa usual para o tamanho médio de neps vai de 600 a 700 microns. Em relação aos neps de casca de caroço, o intervalo usual para a contagem de neps de casca de caroço vai de 10 a 40. O intervalo usual para o tamanho dos neps de casca de caroço vai de 1000 a 1300 microns. Esses números resultam de ensaios com algodão em pluma e são apenas indicativos. A quantidade de neps em um fio ou tecido depende ainda do tratamento da fibra durante o processamento.

Significado na CSITC: atualmente não é um parâmetro CSITC.

**Tabela 16: Classificação dos neps por quantidade.**

Neps / grama	Neps de casca de caroço / grama	Descrição
< 100	< 10	Muito baixo
101 - 200	11 - 20	Baixo
201 - 300	21 - 30	Médio
301 - 450	31 - 45	Alto
> 451	> 46	Muito alto

<sup>38</sup> Héquet E. F., R. Frydrych. 1992. Sticky cotton from plant to yarn. In: 21<sup>st</sup> International Cotton Conference. Montpellier : CIRAD-IRCT, 18 p. 21<sup>st</sup> Cotton Conference, 12 Mars 1992/14 Mars 1992

### 11.1.2 - Instrumentos existentes para a medição de Neps

**Tabela 17: Lista de instrumentos para medição de neps.**

Instrumento	Tipo de equipamento	Outras características analisadas*
Específico para neps, fibra por fibra	Premier aQura	Fibras curtas, impurezas – por gravimetria
Específico para neps, fibra por fibra	Uster Technologies AFIS	Comprimento, impurezas, fibras curtas, finura, maturidade
Específico para neps, fibra por fibra	Uster Technologies LVI 920 Neptester	Não
Instrumento específico para neps	Textechno MDTA4/Optotest	Impurezas, cor, comprimento, pegajosidade

- \*Dependendo do modelo usado.

### 11.1.3 - Descrição de possíveis relações entre resultados de 'avaliação manual e visual' e resultados de 'classificação instrumental'

Os maiores neps têm em geral cerca do dobro do tamanho de uma cabeça de alfinete. Assim, neps pequenos não são visíveis para os classificadores manuais. Já emaranhados nodulares maiores são facilmente visíveis. Uma descrição geral em relação a crimpagem, neps de fibra, neps de casca de caroço, torções de fibras e fibras ligadas a outras partículas é possível de ser feita pelos classificadores. A estiragem manual dá uma primeira impressão sobre o conteúdo dos emaranhados, mas uma medição mais exata só é possível por instrumentos.

### 11.1.4 - Resultados presentes na 'avaliação manual e visual' mas ausentes nos resultados de 'classificação instrumental'

A preparação e o número de fibras trançadas ou emaranhadas podem fornecer uma primeira indicação sobre a possível formação de neps durante o processamento, além dos neps já existentes e mensuráveis.

### 11.1.5 - Uso dos resultados de Neps na produção de algodão

A colheita prematura do algodão, feitas antes que as maçãs amadureçam adequadamente, aumenta o número de fibras imaturas e, conseqüentemente, de neps. O algodão colhido tardiamente também pode apresentar um teor maior de neps devido ao enfraquecimento da fibra por exposição excessiva ao sol e à umidade. Além disso, as maçãs colhidas tardiamente têm uma proporção maior de fibras imaturas e sementes não desenvolvidas, o que aumenta o teor de neps.

Os neps de casca de caroço estão relacionados<sup>39</sup> à variedade e às condições de cultivo. Programas de melhoramento podem melhorar a situação<sup>40</sup>.

### 11.1.6 - Uso dos resultados de Neps na usina

<sup>39</sup> Barger D., J & H. Garner, T. 1991. Cottonseed fragment contamination and fabric imperfections. Transactions of the ASAE. 34. 1575-1582. 10.13031/2013.31772.

<sup>40</sup> Bachelier, B. 1998. 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 Biologie et Agronomie 98-32-C-50. Rennes (FR), Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes (ENSAR): 271.

Bachelier, B. and J. Desplans 1999. Histological examination of seeds and seed-coat fragments in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Beltwide Cotton Conferences. Orlando, Florida (USA), National Cotton Council of America. Memphis, Tennessee (USA). 1: 724.

Maças imaturas são normalmente removidas no início do processo de limpeza na usina. Quando não são extraídas, podem se abrir durante o processo de descaroçamento, liberando e misturando fibras imaturas com fibras maduras. A mistura resultante de fibras maduras e imaturas resultará em maior teor de neps.

Os fragmentos de casca de semente são criados quando a quebra da casca que reveste a semente ocorre durante o descaroçamento. As fibras ligadas aos fragmentos de cascas formam os neps. Algodão em caroço com baixo teor de umidade é suscetível à quebra da casca na colheita e no descaroçamento. Além disso, algumas variedades de algodão têm cascas frágeis, que quebram facilmente.

#### 11.1.7 - Uso dos resultados de Neps na comercialização

O uso em contratos de uma garantia contemplando a presença de neps não é comum no comércio internacional. Resultados de análises podem ser fornecidos a compradores como indicação. Em casos raros, o número aceitável de neps é mencionado em contrato com base em um resultado de análise fornecido anteriormente e produzido por instrumento de ensaio acordado. É recomendável usar o mesmo método e, de preferência, o mesmo instrumento em um laboratório para revalidar os resultados.

Em termos gerais, faltam velocidade, precisão, exatidão e harmonização dos resultados produzidos pelos instrumentos disponíveis. Além disso, esses métodos podem ser mais caros que os ensaios SITC e inadequados para analisar grandes volumes. O número de ensaios geralmente realizados também limita o valor dos resultados.

#### 11.1.8 - Uso dos resultados de Neps em fiações / no processo têxtil

A maioria dos neps que afetam o processo têxtil é criada na sala de abertura, onde o procedimento de mistura do algodão tende a emaranhar as fibras e criar neps. A cardagem funciona, e bem, para reduzir neps, mas também cria alguns novos neps no processo. A penteagem também ajuda a remover neps, como ilustra a Figura 29. A configuração e o uso adequados de máquinas têxteis reduzirão a formação e aumentarão a remoção de neps<sup>41</sup>.

---

<sup>41</sup> [www.uster.com/statistics2018](http://www.uster.com/statistics2018)

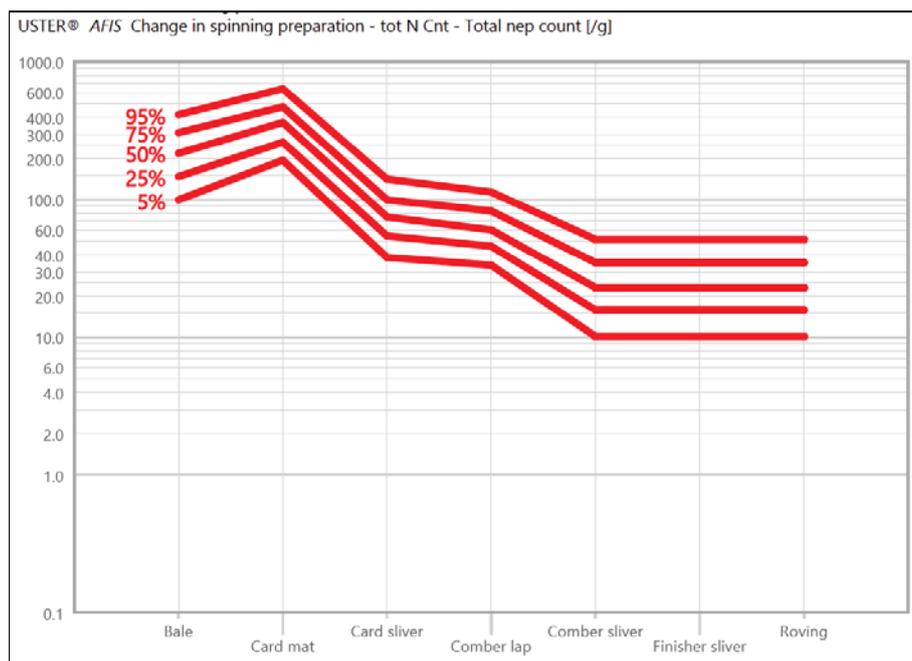


Figura 29: Contagem de nepe pelo AFIS® ao longo de várias fases de processamento [Uster Technologies].

## 11.2 - Pegajosidade

A pegajosidade tem origem em várias fontes: partes vegetais, vestígios de óleo, ceras, açúcares vegetais e açúcares de insetos. A causa mais importante e problemática da pegajosidade são os açúcares entomológicos das secreções de insetos. A pegajosidade induz perdas de produtividade e qualidade, pois pontos pegajosos permanecem no material desde a fibra no campo até os processos têxteis.

O comportamento das fibras contaminadas durante o processamento é altamente dependente da quantidade e do tipo de açúcares principais e complexos presentes, em relação aos tipos e configurações das máquinas de beneficiamento, bem como de condições ambientes.

Várias técnicas podem ser usadas para estimar uma possível contaminação das fibras por caramelização. Espera-se que esses métodos meçam uma mesma propriedade das fibras, relacionada à propensão destas a aderir ao maquinário da fição durante o processamento. Segundo resultados recentes, a relação entre pegajosidade instrumental e pegajosidade efetiva ainda precisa ser confirmada para vários dos métodos usados atualmente.

### 11.2.1 - Unidade, faixa de valores, significado no processo de harmonização da CSITC

Não existe unidade ou faixa de valores universal para medição da pegajosidade, pois cada técnica possui sua própria unidade, faixa de valores e nível.

Nome abreviado: Não tem

Faixa de valores: a unidade de medida reflete o nível de pegajosidade das fibras analisadas entre os extremos “sem pegajosidade” e “alta pegajosidade”.

Significado para a CSITC: atualmente não faz parte dos parâmetros da CSITC.

### 11.2.2 - Instrumentos existentes para a medição de pegajosidade<sup>42</sup>

**Tabela 18: Lista de instrumentos para medição de pegajosidade.**

Instrumento	Tipo de equipamento	Outras características analisadas*
Contest-S	Termomecânico	
Contest-F	Termomecânico	Comprimento e resistência (UHML, UI, Resistência, SFI, Alongamento), Umidade, Cor (Rd, +b, Grau), Impurezas (Contagem, Área, Grau de Folha), Micronaire, Maturidade, Finura
Detector de Pegajosidade de Alta Velocidade (H2SD)	Termomecânico	
Mini-card**	Mecânico	
Sticky Cotton Thermodetector (SCT)***	Termomecânico	

- \*Dependendo do modelo usado.

- \*\* Método de referência ITMF-ICCTM (1986), com o qual todos os outros resultados devem ser comparados.

- \*\*\*Método ITMF-ICCTM recomendado (1994).

### 11.2.3 - Descrição de possíveis relações entre resultados de 'avaliação manual e visual' e resultados de 'classificação instrumental'

Parece não ser possível avaliar pegajosidade por classificação manual ou visual, a menos que haja presença de fumagina nas fibras. A fumagina tem a forma de um depósito preto sobre as fibras e é resultado do desenvolvimento de fungos nos açúcares das fibras. Isso ocorre apenas quando o conteúdo inicial de açúcares nas fibras é muito alto. Portanto, apenas em casos raros uma inspeção manual pode revelar as primeiras indicações suspeitas de pegajosidade, como o grau de amarelecimento, se as características normais do algodão de uma determinada origem forem conhecidas. Mais tarde, depois que cessa o desenvolvimento da fumagina, as fibras geralmente não ficam mais pegajosas, mas a celulose intrínseca das fibras pode ter sido afetada durante o período de armazenamento.

### 11.2.4 - Resultados presentes na 'avaliação manual e visual' mas ausentes nos resultados de 'classificação instrumental'

Nenhuma apreciação sensorial pode identificar claramente a pegajosidade em amostras de algodão com alta reprodutibilidade comprovada cientificamente. No entanto, pode ser que algumas amostras extremamente contaminadas por pegajosidade possam ser detectadas por uma percepção manual muito sensível.

### 11.2.5 - Uso dos resultados de Pegajosidade na produção de algodão

Como as medições de pegajosidade geralmente são feitas em amostras de fibra, ou seja, após a colheita e o descaroçamento, é quase sempre tarde demais para que haja ações no lado da produção para controlar as populações de insetos nos campos de algodão. A única alternativa será planejar esse controle de pragas para a próxima safra<sup>43</sup>.

<sup>42</sup> As técnicas existentes provavelmente não medem a mesma propriedade das fibras. Portanto, até onde sabemos, os 'métodos de medição exclusivos para pegajosidade' estão listados nesta tabela. Todos os métodos participantes das rodadas interlaboratoriais ITMF-ICCTM para métodos de medição de pegajosidade estão em: <https://www.itmf.org/committees/international-committee-on-cotton-testing-methods>.

<sup>43</sup> Abdel-Latif A.H. et al. 2009. Efeito do intervalo de irrigação e do momento da colheita na qualidade da fibra e no grau de pegajosidade em duas cultivares de algodão, <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=SD2010000119>

### 11.2.6 - Uso dos resultados de Pegajosidade na usina

Atualmente, a caracterização da pegajosidade é feita em amostras de fibras, coletadas apenas após o descaroçamento. Assim, nenhuma medição 'preditiva' pode ser feita a partir do algodão em caroço para antever problemas de pegajosidade na usina.

Existem essencialmente dois tipos de técnicas de descaroçamento de algodão: por serra e por rolo. As usinas que usam serra geralmente beneficiam algodão Upland de comprimento curto a médio (< 25,4 mm a 31,0 mm) e, conseqüentemente, são o tipo de usina mais comum no mundo. Todos os algodões Extra Longos (ELS) ( $\geq 35,0$  mm) são descaroçados por rolo e, além disso, estima-se que atualmente de 15% a 20% dos algodões Upland longos (LS) e médios ( $\geq 27$  mm) também são descaroçados por rolo.

O algodão descaroçado por rolo é afetado negativamente por níveis moderados de pegajosidade, enquanto o algodão descaroçado por serra é menos sensível a níveis moderados de pegajosidade e, geralmente, o problema é detectado pela primeira vez na fiação. Usinas com descaroçadores a rolo são mais suscetíveis à pegajosidade porque seu projeto prevê que o processo depende de atrito; assim, um acúmulo de pontos pegajosos no rolo e na faca estacionária resultará em uma diminuição da eficiência do descaroçamento.

O descaroçamento por serra não depende do atrito, mas da tração mecânica da fibra pelos dentes da serra através de duas costelas bem espaçadas e, portanto, níveis moderados de pegajosidade não afetam as taxas de produção. Em termos de descaroçamento por serra, depósitos pegajosos podem obstruir as serras e interromper o processo de enfardamento devido ao acúmulo de pluma no condensador da bateria. Essa interrupção pode reduzir a produção da usina, em termos de fardos/hora, em até 25%, ou até 15 libras (7,5 kg) por hora para descaroçamento por rolo, o que representa cerca de 50% da taxa normal de descaroçamento por rolo. Essas interrupções resultam em períodos de descaroçamento mais longos e mais custosos por conta de custos de mão-de-obra e peças de reposição, que precisam ser trocadas com mais frequência.

### 11.2.7 - Uso dos resultados de Pegajosidade na comercialização

Presume-se que os resultados da medição de pegajosidade em amostras retiradas de fardos prevejam o comportamento da fibra na fiação, especialmente nas etapas mais críticas, quando o fluxo da fibra se torna mais fino (a partir da cardagem). Foi demonstrado que conhecer o potencial de pegajosidade do fardo a partir de análises das amostras ajuda a gerenciar os lotes segundo pelo menos duas categorias e com base em um limiar: 'não pegajoso' e 'pegajoso'<sup>44</sup>. A partir daí, os lotes podem ser negociados de acordo com sua qualidade real e respectivo valor financeiro, e não só pela reputação. Desse modo, o lado da produção poderia organizar lotes de vendas com base na pegajosidade, a fim de atender adequadamente os clientes e ajudar a melhorar a produção de algodão com ações de médio / longo prazo.

No entanto, os métodos atuais de análise de pegajosidade carecem de precisão e exatidão para uso em garantias de qualidade. Apesar das recomendações da ITMF, são vários os métodos disponíveis. Os resultados da avaliação podem servir bem em um contexto local, mas não para o comércio internacional por causa da significativa diferença nos resultados e do uso de instrumentos não aprovados para análises. A falta de repetibilidade dos ensaios, os resultados divergentes, os custos dos ensaios e o uso pouco comum em certas origens podem resultar em alto risco para as partes contratantes.

---

<sup>44</sup> Fadlalla Ahmed Salih et al. 2004. Possibility of classifying cotton on level of stickiness (separating non-sticky from sticky cotton). In: International cotton conference Bremen: Proceedings 2000, Proceedings 2002, Proceedings 2004. Schneider T. (ed.), Heap S.A. (ed.), Stevens J.C. (ed.), Faserinstitut Bremen, Bremer Baumwollboerse. Bremen: Faserinstitut, 253-261. International Cotton Conference. 26, Brême, Allemagne, March 13/March 16, 2002.

#### 11.2.8 - Uso dos resultados de Pegajosidade em fiações / no processo têxtil textile

Usar o nível de pegajosidade dos fardos na organização de lotes ajuda a gerenciar a matéria-prima para que o efeito aderente não se revele em termos de produtividade e / ou qualidade posteriormente. Foi demonstrado que a mistura de algodão não pegajoso com algodão pegajoso, de um lado, e o gerenciamento das condições do ar ambiente na fiação, de outro, reduzem bastante o impacto da pegajosidade no processo de fiação e na qualidade do fio<sup>45</sup>.

---

<sup>45</sup> See CFC/ICAC 11 Improvement of the Marketability of Cotton Produced in the Zones Affected by Stickiness at [https://www.icac.org/Content/CFCDocument/Pdfc7a2ceed\\_b571\\_457b\\_b407\\_8dd4489bd57e/2001\\_Gourlot\\_Soudan\\_FinalResearchTechnicalReport1.pdf](https://www.icac.org/Content/CFCDocument/Pdfc7a2ceed_b571_457b_b407_8dd4489bd57e/2001_Gourlot_Soudan_FinalResearchTechnicalReport1.pdf)  
Hequet E. F., Henneberry TJ, Nichols RL. 2007. Sticky Cotton: Causes, Effects, and Prevention, [www.ntis.gov](http://www.ntis.gov). (accessed April 8, 2019)

## **12 - Interação ou relações entre parâmetros**

Nesta versão do documento, embora saibamos que as interações entre as propriedades das fibras podem explicar muitas das observações feitas, decidiu-se a princípio não levar esse fator complicador em consideração.

A ideia é explorar algumas dessas relações entre as características da fibra e do fio, já bem conhecidas da indústria têxtil, em versões posteriores do documento.

Como exemplo de possível interação a ser explorada: um algodão com baixa uniformidade de comprimento apresenta alto teor de fibras curtas, o que resulta em maior pilosidade e maior CV de regularidade (pior qualidade do fio), geralmente gerando menor resistência do fio, na pior hipótese. Esse conjunto de fatores terá implicações na eficiência do acabamento e nas propriedades do tecido. Os motivos para a interação observada neste exemplo podem incluir a combinação de um ou vários dos seguintes itens: alteração nas condições de produção, alteração nas condições de descaroçamento, alteração nas condições da fiação... com consequências ao longo de todo processo, até as propriedades do produto final.

**Estamos abertos e dispostos a receber idéias e dados para explicar e demonstrar essas interações; para ajudar, entre em contato com um ou mais dos colaboradores deste documento com vistas a inserção de novas informações na próxima versão do Guia.**

### 13 - Informação resumida

Este documento tenta fornecer informações teóricas e práticas sobre o uso de dispositivos projetados para ensaios instrumentais padronizados. O conhecimento mais recente sobre a medição das principais características das fibras do algodão encontra-se descrito neste Guia. Também são apresentadas ideias práticas para os integrantes da indústria do algodão, a saber, produtores, beneficiadores, traders, classificadores, fiações e outros, sobre como usar os resultados da classificação instrumental.

No caso das fiações, os capítulos anteriores já discutiram a influência de cada propriedade. Sabemos que cada propriedade da fibra influencia várias propriedades do fio ao mesmo tempo. E vice-versa: cada propriedade do fio é influenciada por várias propriedades da fibra. Uma visão geral simplificada sobre essas relações é apresentada na Tabela 19.

**Tabela 19: Influência das propriedades da fibra nas propriedades de qualidade do fio [Uster Technologies].**

	CV de regularidade	Pontos grossos	Pontos finos	Neps	Pilosidade	Resistência	Alongamento	Aparência	Afinidade Tintorial
Micronaire/Finura	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Maturidade	XX	XX	XX	XX	-	XX	XX	XX	XX
Comprimento	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	-
Índice de Fibras Curtas	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	-
Resistência	-	-	-	-	-	XX	XX	-	-
Alongamento	-	-	-	-	-	XX	XX	-	-
Neps	X	-	-	XX	-	-	-	XX	XX
Poeira e Impurezas	X	XX	XX	XX	-	XX	XX	XX	-
Cor/Desvio da cor no lote	-	-	-	-	-	-	-	XX	XX
"xx" relação direta, "x" relação indireta, "-" sem relação									

Além disso, é possível influenciar as propriedades do fio em várias etapas do processo de fiação. Pode ser na formação do lote (e com isso as propriedades das fibras que compõem os fardos) ou em qualquer outro estágio do processo de fiação. Uma visão geral simplificada é fornecida na Tabela 20.

**Tabela 20: Influência dos estágios do processo de fiação em anel nas propriedades do fio [Uster Tech.].**

	CV de regularidade	Pontos grossos	Pontos finos	Neps	Pilosidade	Título	Resistência	Alongamento
Formação do lote de mistura	XX	XX	XX	XX	XX	-	XX	XX
Sala de abertura	XX	XX	XX	XX	-	-	XX	XX
Carda	XX	XX	XX	XX	XX	XX	X	X
Passador	X	XX	X	X	-	XX	X	X
Penteadeira	XX	XX	XX	XX	XX	-	XX	XX
Maçaroqueira	X	X	X	-	X	X	X	X
Filatório	X	X	X	X	X	X	X	X
Bobinadeira	X	X	X	XX	XX	-	X	XX
"xx" relação direta, "x" relação indireta, "-" sem relação								

Para o tecido, as propriedades da fibra geralmente não são de interesse. O tecelão deve basear-se nas propriedades adequadas do fio que utiliza. Somente no tingimento é possível detectar facilmente uma relação direta entre as propriedades da fibra e as propriedades do tecido. É mais importante considerar a correlação entre as propriedades do fio e as propriedades do tecido. Isso é mostrado na Tabela 21.

**Tabela 21: Influência das propriedades do fio sobre as características da malha [Uster Tech.].**

	Aparência	Estabilidade dimensional	Espessura	Caimento	Formação de bolinhas	Taxa de rompimento na urdidura e na trama	Furos (Malharia)	Espiralidade	Afinidade tintorial, intensidade e solidez de cor	Propriedades de lavagem	Resistência	Alongamento
CVm da Variação de massa	X			X		X	X		X		X	X
Pontos grossos	X			X		X	X		X			
Pontos finos	X			X		X	X		X			
Neps	X			X					X			
Pilosidade	X		X	X	X	X			X	X		
Variação de pilosidade	X		X	X	X	X						
Diâmetro	X		X						X			
Variação de diâmetro	X								X			
Formato	X		X						X			
Densidade	X		X	X					X	X		
Impurezas, Pó	X					X	X				X	
Resistência		X				X	X				X	
Alongamento		X				X	X				X	X
Torção	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X

#### **14 - Siglas que aparecem na edição em inglês\***

CSITC-TF: Commercial Standardization of Instrument Testing of Cotton, Task Force of the ICAC

(Força Tarefa do ICAC para Padronização Comercial da Análise Instrumental de Algodão)

CSITC Testing Guideline, Guideline for Standardized Instrument Testing of Cotton

(Manual para a Padronização da Classificação Instrumental do Algodão)

HVI®: Protected wording for High Volume Instruments produced by Uster® Technologies Inc.

(Nome sob patente para instrumentos de alto volume da Uster® Technologies Inc.)

ICAC: International Cotton Advisory Committee

(Comitê Consultivo Internacional para a Indústria do Algodão)

ITMF: International Textile Manufacturers Federation

(Federação Internacional de Indústrias Têxteis)

ITMF-ICCTM: ITMF International Committee on Cotton Testing Methods

(Comitê Internacional para Métodos de Análise de Algodão)

ITMF-ICCTM and CSITC Interpretation Guideline: Interpretation and use of SITC measured characteristics Guideline

(Guia de Interpretação: Interpretação e Uso de Características do Algodão Medidas por Instrumento)

SITC: Standardized Instrument for Testing Cotton for replacing the wording 'HVI' which is a protected name.

(Instrumento Padrão para Análise de Algodão, expressão usada na versão em inglês no lugar de 'HVI', nome sob patente)

**\* A tradução das siglas para o português é de natureza indicativa apenas, não oficial.**

## **15 - Agradecimentos**

Terry Townsend, Cotton Analytics, e Secretário do Comitê de Direção do ITMF-ICCTM, USA pelo apoio dado ao longo de todo trabalho.

Andrew Macdonalds, Presidente da Força Tarefa CSITC e do Comitê de Fiações do ITMF, pelas informações e conhecimento compartilhados, da produção da fibra ao seu uso.

Todos os membros da Força Tarefa do ICAC-CSITC e dos Grupos de Trabalho do ICCTM-ITMF pelas contribuições durante a revisão do trabalho.

Bruno Bachelier, Cirad, França, pelos valiosos comentários durante o processo de revisão deste documento.

Uster Technologies pelo uso do USTER® STATISTICS para algodão ([www.uster.com/statistics2018](http://www.uster.com/statistics2018)) em vários capítulos deste documento.

Cotton Incorporated pelo projeto gráfico da capa deste documento.

International Cotton Advisory Committee, pelo apoio à Força Tarefa do ICAC.

International Textile Manufacturers Federation, pelo apoio ao ICCTM.

Todas as organizações que autorizaram a presença de seus especialistas nos grupos de trabalho que se debruçaram sobre a harmonização das avaliações de qualidade das fibras.

Todos os tradutores, por verterem o Guia oficial do inglês para outros idiomas, nos moldes do que já havia sido feito para o 'Manual de Classificação Instrumental'.

## 16 - Lista de ilustrações

Figura 30: Cadeia de suprimentos das indústrias de algodão e têxtil: principais fluxos de materiais.....	13
Figura 31: Várias formas de cálculo para médias e desvios padrão (DP) no caso da gestão de fardos: influência dos valores de médias e DP (explicação no Anexo A).....	15
Figura 32: Várias formas de cálculo para médias e desvios padrão (DP) no caso de resultados de rodadas interlaboratoriais: influência dos valores de médias e DP (explicação no Anexo A).....	16
Figura 33: Usando uma máquina de abertura de fardos, exemplos de dois casos de organização de fardos em lotes sucessivos para processamento: Caso 1: todos os fardos de uma origem são processados antes do processamento de fardos da próxima origem, e assim por diante; Caso 2: fardos de várias origens são distribuídos aleatoriamente (ou segundo finalidade definida) entre vários lotes sucessivos. Os exemplos precisam ser ampliados, pois os lotes podem ter até cerca de 15 origens e até 100 fardos em situações reais.....	19
Figura 34: Exemplos de distribuições para quatro origens (Micronaire Simulado) e uma proposta de organização de fardos em 50 lotes sucessivos (de 100 fardos cada um) alimentando a fição.....	20
Figura 35: Resultados para Micronaire de lotes de mistura sucessivos (de 100 fardos cada um) usados em uma fição, considerando a combinação entre a técnica utilizada e a organização dos lotes. A tabela fornece estatísticas das diferenças entre lotes de mistura sucessivos nos dois casos propostos.....	21
Figura 36: Evolução das variações nos lotes (DP ou CV) ao longo do tempo, dependendo do caso estudado.....	22
Figura 37 : Otimização de lotes de mistura e resultados: Otimização de lotes de mistura com base em SCI e Micronaire a partir da semana 22, e respectiva alteração na resistência do fio: Resistência do fio, [Uster Technologies: HVI Application Handbook].....	23
Figura 38: Otimização de lotes de mistura e resultados: Otimização de lotes de mistura com base em SCI e Micronaire a partir da semana 22, e respectiva alteração na resistência do fio: Resistência do fio CV% [Uster Technologies: HVI Application Handbook].....	23
Figura 39: De acordo com o teorema do limite central, o uso de uma distribuição de valores médios em vez de uma distribuição de valores únicos resultará em uma distribuição normal com uma variação menor [Uster Technologies: Uster Tester 6 Application Handbook].....	24
Figura 40 : Cortesia da Uster Technologies: USTER® STATISTICS para algodão (www.uster.com/statistics2018) <sup>46</sup> : Micronaire vs Comprimento (UHML).....	27
Figura 41: Valores de micronaire (X) x finura (H) (mtex) para fardos de algodão em lote preparado para fios finos (Ne 50) e fição em anel. Separados em valores de razão de maturidade (MR) segundo a legenda.....	28
Figura 42: Exemplo de combinação de maturidade (RM, sem unidade) e finura linear (H, mtex) para a mesma leitura de Micronaire: para fibras com micronaire de 4,1, as fibras podem ser	

finas e maduras, ou imaturas e grossas. A finura padrão (Hs, em mtex) é a razão entre maturidade e finura linear.....	28
Figura 43: Amostras de tecido com antecedentes genéticos comuns, de algodão colhido em datas diferentes e cujos fios formam uma malha única, que foi então tingida. As fotos mostram a melhoria do tecido em termos de profundidade de cor, regularidade e aparência à medida que a maturidade (micronaire) aumenta.....	32
Figura 44: Fibrograma e informações relacionadas.....	33
Figura 45: Índice de Uniformidade vs Comprimento Médio da Metade Superior (UHML) [Uster Tech.].....	34
Figura 46: Índice de fibras curtas vs Comprimento Médio da Metade Superior (UHML) [Uster Tech.].....	34
Figura 47: Distribuição do comprimento da fibra em um passador.....	37
Figura 48: Resistência vs Comprimento Médio da Metade superior (UHML) [Uster Technologies].....	40
Figura 49: Alongamento vs Comprimento Médio da Metade superior (UHML) [Uster Technologies].....	40
Figura 50: Diagrama de colorímetro de Nickerson-Hunter para algodão Upland; Fonte: <a href="http://www.cottoninc.com/fiber/quality/us-fiber-chart/hvi-color-chart/">http://www.cottoninc.com/fiber/quality/us-fiber-chart/hvi-color-chart/</a> .....	44
Figura 51: Amarelecimento vs Comprimento Médio da Metade superior (UHML) [Uster Technologies].....	45
Figura 52: Refletância vs Comprimento Médio da Metade superior (UHML) [Uster Technologies].....	45
Figura 53: Gráfico de cor com 17 000 pontos de dados da ICA Bremen, algodões do mundo todo.....	46
Figura 54: Exemplo de padrões físicos para Grau de Cor.....	49
Figura 55: Impurezas vs Comprimento Médio da Metade superior (UHML) [Uster Technologies].....	52
Figura 56: Contagem de Partículas vs Comprimento Médio da Metade superior (UHML) [Uster Tech.].....	52
Figura 57: Índice de Consistência de Fiação vs Comprimento Médio da Metade superior (UHML) [Uster].....	57
Figura 58: Contagem de neps pelo AFIS® ao longo de várias fases de processamento [Uster Technologies].....	62

## 17 - Lista de tabelas

Tabela 22: Variação do instrumento em uma amostra: mediana dos desvios padrão (DP) do instrumento; média de 32 amostras de algodão US Upland das rodadas RT 2017-1 a 2018-4.....	17
Tabela 23: Variação do instrumento: mediana do Coeficiente de Variação (CV%); média de 32 amostras de algodão US Upland das rodadas RT 2017-1 a 2018-4.....	17
Tabela 24: Variação do instrumento em uma amostra: intervalo do Desvio Padrão (DP) do instrumento para oito fardos de rodadas ICA Bremen RT 2016-1 a 2018-2.....	18
Table 25: Table of between instrument variations as reported by the CSITC Testing Guideline (extracted).....	18
Tabela 26: Consequências previstas quando se altera a organização dos fardos nos lotes de mistura.....	20
Tabela 27: Lista de instrumentos para medição de micronaire.....	29
Tabela 28: Lista de instrumentos para medição de comprimento.....	35
Tabela 29: Lista de instrumentos para medição de resistência.....	40
Tabela 30: Interpretação ou classificação de resultados de resistência.....	41
Tabela 31: Interpretação ou classificação de resultados de alongamento.....	41
Tabela 32: Prioridades e parâmetros significativos para diferentes sistemas de fiação.....	42
Tabela 33: Lista de instrumentos para medição de parâmetros de cor.....	47
Tabela 34: Graus de cor para algodão Upland (* - Padrões físicos de grau de cor # - Padrões físicos para o grau de folha).....	49
Tabela 35: Lista de instrumentos para medição de impurezas.....	52
Tabela 36: Conversão entre impurezas e grau de folha.....	53
Tabela 37: Classificação dos neps por quantidade.....	60
Tabela 38: Lista de instrumentos para medição de neps.....	61
Tabela 39: Lista de instrumentos para medição de pegajosidade.....	64
Tabela 40: Influência das propriedades da fibra nas propriedades de qualidade do fio [Uster Technologies].....	68
Tabela 41: Influência dos estágios do processo de fiação em anel nas propriedades do fio [Uster Tech.].....	69
Tabela 42: Influência das propriedades do fio sobre as características da malha [Uster Tech.].....	69

## **ANEXO A: Explicação Detalhada da Figura 2 (e da Figura 3)**

O exemplo a seguir (Figura 2, parte superior da figura... para a teoria, e na tabela abaixo para uma aplicação simples) refere-se à análise de um lote de dois fardos. Na base, duas amostras são coletadas por fardo e três resultados são recolhidos por amostra.

- Para calcular a média e o desvio padrão (DP) no nível da amostra, os resultados do ensaio são usados diretamente (ref. 1 e 2) e cada amostra é potencialmente diferente das outras.
- Para calcular a média e o DP no nível do fardo, são possíveis pelo menos três cálculos:
  - o a) baseado nos resultados da análise (média com ref. 3 e DP com ref. 4),
  - o b) baseado nas médias das amostras (média com ref. 4 e DP com ref. 6).
  - o c) baseado na média ou mediana (ref. 7) de DPs previamente calculados (ref. 2).
- Para calcular a média (ref 8) e o DP no nível do lote, são possíveis pelo menos cinco cálculos:
  - o a) baseado nos resultados da análise (ref. 9),
  - o b) baseado nas médias das amostras (ref. 10),
  - o c) baseado nas médias dos fardos (ref. 11)
  - o d) baseado na média ou mediana (ref. 12) de DPs previamente calculados (ref. 4) no nível da amostra
  - o e) baseado na média ou mediana (ref. 13) de DPs previamente calculados (ref. 6) no nível do fardo.

Concluimos, portanto, que todos esses DPs diferem muito e que precisamos saber como um DP específico foi calculado antes de compará-lo com qualquer outro DP.

Do modo como os ensaios são realizados hoje em dia, o nível dos 'resultados' geralmente não está acessível. Um valor para média e outro para DP são fornecidos apenas no nível da 'amostra' ou do 'fardo'. Portanto, parte da variabilidade fica oculta, não é removida e acaba incluída no resultado de variabilidade que é exibido e fornecido aos usuários finais dos dados.

Embora todos esses números e métodos de cálculo pareçam confusos, todos têm algum interesse em diferentes níveis da cadeia de suprimento, pois permitem a realização de um diagnóstico de desempenho quando necessário. Por exemplo:

- Variação medida pelo cálculo da ref. 2 dá uma ideia do desempenho do laboratório;
- Variação medida pelo cálculo da ref. 4 dá uma ideia da variação no fardo e, portanto, do desempenho da usina;
- Variação medida pelo cálculo da ref. 11 dá uma ideia da variação entre fardos e, portanto, da uniformidade do lote de mistura, tanto para comerciantes como para as fiações...

Os parágrafos a seguir fornecem alguns valores de médias e DPs típicos para ilustrar os níveis de variação medidos dependendo do(s) objetivo(s) dos ensaios.

A Figura 2 é claramente aplicável ao gerenciamento de fardos, mas se ligeiramente modificada, como na Figura 3, é aplicável à análise de resultados interlaboratoriais para se conhecer mais sobre o desempenho dos laboratórios. Portanto, permite a medição de níveis

típicos de variação nos resultados com um bom grau de certeza, supondo que esses níveis típicos de variação sejam comparáveis aos de práticas comuns de análise e comercialização.

Para as Figuras 2 e 3, os seguintes níveis de variação (escritos em marrom escuro) são incluídos ou levados em consideração nas variâncias (ou DPs) calculadas nos seguintes níveis:

- Entre resultados e na mesma amostra:
  - medição + variâncias de amostragem do corpo de prova.
- Entre amostras\* e no mesmo fardo\*\*:
  - \*: medição + amostragem do corpo de prova + variâncias de amostragem da amostra utilizada;
  - \*\*: medição + amostragem do corpo de prova + amostragem da amostra + variâncias de amostragem do fardo.
- Entre fardos\* ou no mesmo lote\*\*:
  - \*: medição + amostragem do corpo de prova + amostragem da amostra + amostragem do fardo + variâncias de amostragem do fardo;
  - \*\*: medição + amostragem do corpo de prova + amostragem da amostra + amostragem do fardo + variâncias do lote.

As coisas podem ser ainda mais complexas, por exemplo, quando fatores adicionais de variação são incluídos, como o estudo do efeito da camada nos fardos (ou seja, várias amostras analisadas em cada camada de um fardo) ou as condições do ensaio (por exemplo, verificação do efeito do operador sobre os resultados da medição ou o efeito de repetição ou bloqueio) ou...

Finalmente, para análise estatística, outras fontes de variação, como níveis de interação entre parte ou todos os fatores estudados e erros residuais, também devem ser consideradas, além das descritas acima.