



**XXII CNTT**  
**CONGRESSO NACIONAL DE TÉCNICOS TÊXTEIS**  
**VIII FENATÊXTIL**  
**FEIRA NACIONAL DA CADEIA TÊXTIL**  
25 a 29 de julho de 2006 - Centro de Convenções Pernambuco



## **DESENVOLVIMENTO DE UM MÉTODO DE CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE FIBRAS IMATURAS DO ALGODÃO UTILIZANDO INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (\*)**

Gilberto Clóvis Antonelli; UEM - Universidade Estadual de Maringá – Maringá - PR;  
e-mail: [gilberto.antonelli@gmail.com](mailto:gilberto.antonelli@gmail.com); [gilberto@crg.uem.br](mailto:gilberto@crg.uem.br)

Ivo Neitzel; UEM - Universidade Estadual de Maringá – Maringá - PR;  
Valquiria Demarchi; COCAMAR– Cooperativa Agroindustrial – Maringá – PR

### **RESUMO**

Um desequilíbrio nutricional na planta de algodão pode ocasionar abertura dos capulhos (maçã do algodão aberta) tardiamente, ocasionando fibras imaturas, isto ocorre quando existe um excesso de nitrogênio ou uma abertura precoce, ou quando a adubação fosfatada é desproporcional. As fibras imaturas também formam *neps*, que são responsáveis por irregularidades no fio e também tendem a deixar pontos destacados após o tingimento, especialmente quando compostos por fibras imaturas. Com o objetivo de antever os problemas no tingimento de fios formados com um alto teor de fibras imaturas, desenvolveu-se um método de classificação das fibras de algodão utilizando as características (maturidade, alongamento e micronaire) determinadas por equipamento HVI. Esse método consiste na elaboração de gráficos de correlação entre as variáveis, utilizando redes neurais artificiais para a construção dos mesmos. Analisando várias amostras de algodão e classificando-as com relação à apresentação de fibras imaturas após o tingimento, foi possível construir duas cartas de correlação com as quais se determina com precisão, o nível de fibras imaturas na amostra. Assim, podemos antever problemas que ocorrerão após o tingimento de uma amostra, sem a necessidade de se realizar o processo químico de tingimento.

### **INTRODUÇÃO**

Um desequilíbrio nutricional na planta de algodão pode ocasionar abertura dos capulhos (maçã do algodão aberta) tardiamente, ocasionando fibras imaturas, isto ocorre quando existe um excesso de nitrogênio ou uma abertura precoce, ou quando a adubação fosfatada é desproporcional. As fibras imaturas também formam *neps*, que são responsáveis por irregularidades no fio e também tendem a deixar pontos destacados após o tingimento, especialmente quando compostos por fibras imaturas.

Procuramos através deste trabalho desenvolver uma metodologia para determinar o grau de imaturidade das fibras com o objetivo de antever os problemas no tingimento de fios formados com um alto teor de fibras imaturas.

Através do uso de características determinadas por equipamento HVI, como maturidade, alongamento e micronaire, desenvolvemos um método de classificação das fibras de algodão quanto ao índice de fibras imaturas (IFI). Esse método consiste na elaboração de gráficos de correlação entre as variáveis, utilizando redes neurais artificiais para a construção dos mesmos.

Analisando várias amostras de algodão e classificando-as com relação à apresentação de fibras imaturas após o tingimento, foi possível construir duas cartas de correlação com as quais se determina com precisão, o nível de fibras imaturas na amostra. Assim, podemos antever problemas que ocorrerão após o tingimento de uma amostra, sem a necessidade de se realizar o processo químico de tingimento.

## OBJETIVO

Determinação de um método de classificação das amostras de algodão quanto ao índice de fibras imaturas utilizando redes neurais artificiais

## MATERIAIS E MÉTODOS

Primeiramente selecionamos 56 (cinquenta e seis) amostras de algodão e dividimos o trabalho em três etapas distintas; determinação das características físicas, classificação quanto ao índice de fibras imaturas e aplicação de redes neurais artificiais para determinar o índice de fibras imaturas a partir das características físicas.

As duas primeiras etapas foram realizadas nos laboratórios da empresa *cocamar*<sup>®</sup>. Na primeira etapa foram determinadas as características das fibras: micronaire, maturidade, comprimento, uniformidade, índice de fibras curtas, resistência, alongamento e umidade utilizando o equipamento Zellweger Uster HVI Spectrum I.

Na segunda etapa foram realizadas análises químicas (tingimento) com o auxílio de procedimentos padronizados fornecidos pela empresa. Nessas análises, através do processo de tricomia de cores, é possível identificar fibras imaturas na amostra de algodão através da absorção da cor verde e fibras maduras através da absorção da cor vermelha. Entretanto, é necessário utilizar corantes especiais, cor alto teor de pureza, para que os resultados não sejam mascarados. Utilizamos o corante verde Solophenyl BL e o corante vermelho Difenil 5 BL.

Cada ensaio realizado no laboratório levou em média 1 hora para ser concluído, uma vez que tínhamos as fases de preparação da amostra, tingimento, secagem e classificação.

A classificação do índice de fibras imaturas é realizada de modo subjetivo através do aspecto visual final da amostra, onde devemos observar a distribuição relativa dos corantes vermelho e verde sobre a mesma. Essa distribuição pode variar de um vermelho pronunciado (alto grau de fibras maduras) a um verde distinto (alto grau de fibras imaturas).

Foram estabelecidos padrões de classificação do IFI (Índice de Fibras Imaturas) e as amostras analisadas foram classificadas de acordo com a Tabela 1, para se ter uma grandeza mensurável e de fácil interpretação.

**Tabela 1** – Classificação do IFI (Índice de Fibras Imaturas)

Descrição	Classificação quanto à distribuição de cores	IFI (Índice de Fibras Imaturas)
Baixa incidência de fibras imaturas	Vermelho pronunciado	Faixa 1
Média incidência de fibras imaturas	Vermelho fraco	Faixa 2
Média forte incidência de fibras imaturas	Verde fraco	Faixa 3
Forte incidência de fibras imaturas	Verde pronunciado	Faixa 4

A terceira etapa foi realizada utilizando o software *STATISTICA NEURAL NETWORKS*<sup>®</sup> e dividida em três fases: seleção e análise de sensibilidade das variáveis a serem fornecidas para a rede neural, determinação de uma estrutura de rede neural e aplicação da rede neural selecionada para determinar o índice de fibras imaturas.

Nas fases de seleção e análise de sensibilidade e na determinação de uma estrutura de rede neural foram utilizados o recurso IPS (*Intelligent Problem Solve*) existente no software.

No processo de treinamento da rede neural, onde a mesma aprende a influência das características da fibra no índice de fibras imaturas, os dados foram apresentados de forma gradual, de modo que a rede apresentasse um coeficiente de correlação estável durante todo o aprendizado.

## RESULTADOS

Os resultados obtidos na primeira etapa com as amostras selecionadas estão representados na Tabela 2, onde podemos observar a variação do conjunto de propriedades.

As amostras após o tingimento apresentaram a distribuição do índice de fibras imaturas apresentadas na Figura 1, onde temos a quantidade de amostras classificadas de acordo com as faixas

**Tabela 2** – Valores estatísticos das características das amostras analisadas

Característica	Valores Estatísticos				
	Min.	Máx.	Méd.	D. Pad.	C. V. (%)
Micronaire ( $\mu\text{g}/\text{in}^2$ )	3,10	4,50	3,90	0,40	10,60
Maturidade	0,83	0,94	0,89	0,04	4,00
Comprimento (mm UHM)	27,90	30,43	29,02	0,66	2,26
Uniformidade (%)	77,70	88,00	81,50	1,50	1,90
SFI - Índice de Fibras Curtas (%)	6,70	11,30	9,10	1,00	10,90
Resistência (gf/tex)	27,50	33,80	33,30	1,30	4,20
Alongamento (%)	7,00	9,20	8,10	0,50	6,40
Umidade (%)	5,50	8,50	7,82	0,66	8,45

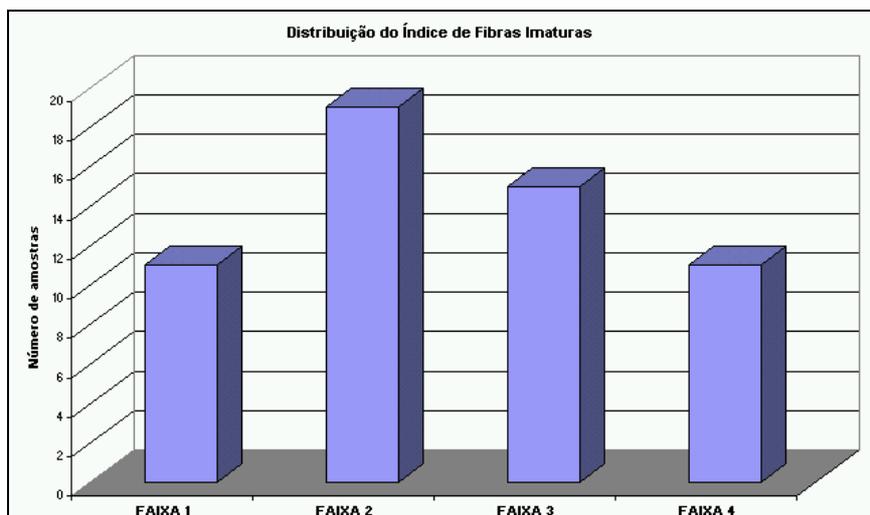
Legenda: Min.=Valor mínimo, Max.=Valor máximo, Méd.=Valor médio, D.Pad =Desvio padrão e C.V.=Coeficiente de variação

definidas na Tabela 1.

Na terceira etapa, durante o processo de seleção e análise de sensibilidade das características

das fibras para alimentar a rede neural, observamos uma forte influência das propriedades micronaire, maturidade e alongamento em relação às demais propriedade na composição do valor do IFI. Assim, optamos por eliminar as demais propriedades e utilizar somente essas três.

Durante a fase de determinação da estrutura da rede neural, procuramos uma rede



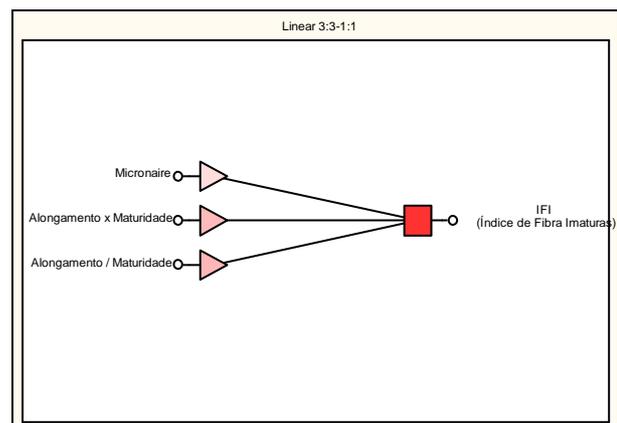
**Figura 1** – Classificação do IFI das amostras analisadas

que conseguisse mapear o índice de fibras imaturas baseando-se nas propriedades das fibras definidas anteriormente. Após vários testes, selecionamos uma estrutura de rede que conseguiu prever o IFI com relativa precisão, entretanto, foi necessário fazer arranjos com as características da fibra para alimentar a rede neural. O arranjo formado com o micronaire, o produto da maturidade com o alongamento e a razão entre alongamento e maturidade foi o que apresentou melhores resultados.

A rede obtida foi do tipo LINEAR com 3 neurônios na entrada e 1 neurônio na saída (Figura 2).

Utilizamos o treinamento SVD (*Singular Value Decomposition*) e funções lineares de ativação nas camadas de entrada e de saída. Com essa rede estabelecemos um coeficiente de correlação (R) de 0,91345 entre os valores observados em laboratório e os valores previstos pela rede.

Para disponibilizar de modo prático os conhecimentos obtidos pela rede neural,



**Figura 2** – Estrutura de rede linear utilizada para gerar dados e IFI

construímos duas ferramentas gráficas (Figura 3 e 4), que em conjunto, podem determinar o índice de fibras imaturas de uma amostra sem a necessidade de se fazer análise química (tingimento).

A Figura 3 foi denominada de Carta ASM (Análise Simplificada da Maturidade) e fornece o valor do IFI (Índice de fibras imaturas) de uma amostra classificando-a de acordo com a Tabela 1. No entanto, para se utilizar a Carta ASM é necessário primeiramente entender o Diagrama MRA (Maturidade, Razão e Alongamento) da Figura 4, nele os valores das características *maturidade* e *alongamento* foram disponibilizadas de modo a fornecer uma *Razão* (Fator R) entre as duas características. Essa razão não possui nenhum significado físico e nem unidades, sendo apenas um referencial para ser utilizado na Carta ASM. Com o valor desse fator e a característica *micronaire* da amostra é possível determinar a faixa e o índice de fibras imaturas na Carta ASM.

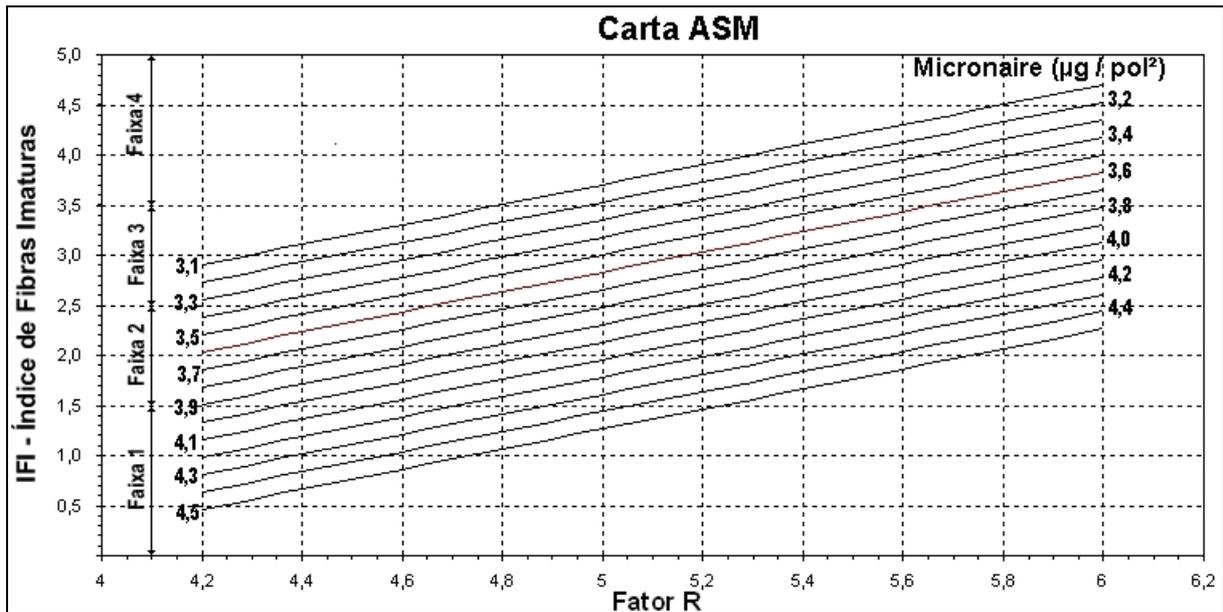


Figura 3 – Carta de Análise Simplificada da Maturidade.

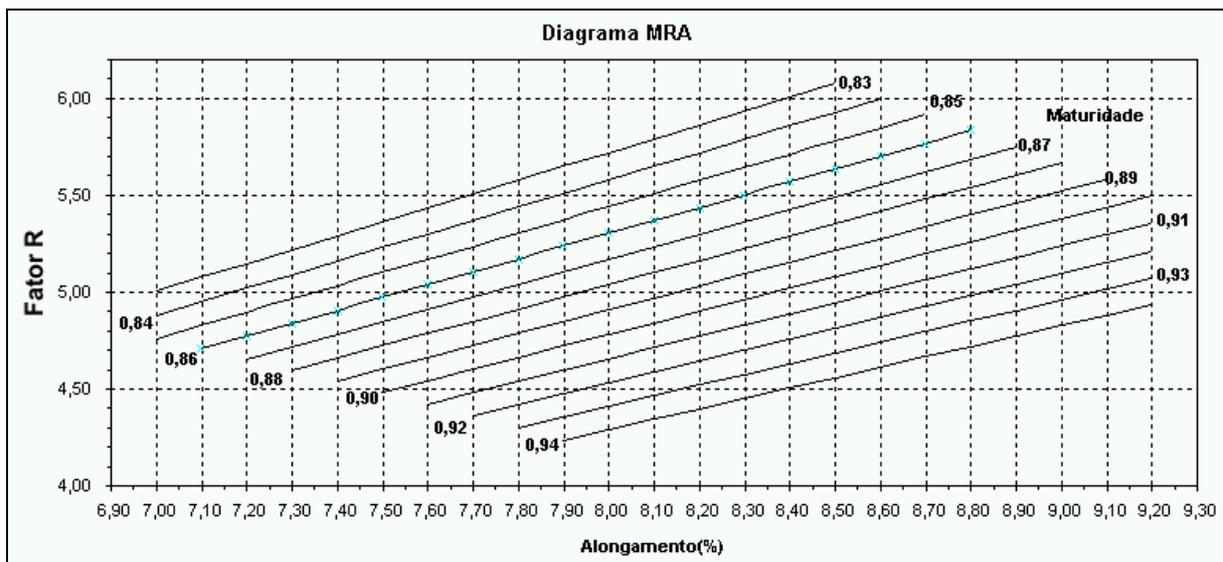


Figura 4 – Diagrama Maturidade, Razão e Alongamento.

## CONCLUSÃO

Os resultados foram satisfatórios, conseguimos demonstrar que as redes neurais são capazes de estabelecer uma relação entre as características da fibra de algodão e a quantidade presente de

fibras imaturas em uma amostra. Assim, podemos antever problemas que ocorrerão após o tingimento de um fio produzido com o algodão da amostra, sem a necessidade de se realizar o processo químico de tingimento. Isso representa um ganho de qualidade na produção do fio, porque temos a informação do problema e poderemos recomendar o melhor tipo de tingimento a ser feito com o fio.

Com a utilização dessa metodologia de determinação de fibras imaturas conseguimos diminuir o custo da análise, alterando o processo de químico para analítico, bem como diminuir o tempo de análise e podendo assim, aumentar a quantidade de amostras a serem analisadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DE SOUZA, F. A.; MIZOGUCHI, E. e ANTONELLI, G. C. *Estudo das Características da Fibra de Algodão e das Qualidades do Fio Durante o Processo de Mistura Programada de Matéria-prima*. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA TÊXTIL, II, 2004, Natal, Anais..., Natal, 2004

FBET – FUNDAÇÃO BLUMENAUENSE DE ESTUDOS TÊXTEIS. *HVI, Análise dos Resultados*, Junho 2004.

JACKOWSKA-STRUMILLO, L.; JACKOWSKI T.; CYNIAK, D. e CZEKALSKI, J. *Neural Model of the Spinning Process for Predicting Selected Properties of Flax/Cotton Yarn Blends*. FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe, Vol. 12, No. 4 (48) , October / December 2004.

KIM, S.; VACHTSEVANOS G. J. *An intelligent approach to integration and control of textile processes*. Information Sciences, v. 123, p181-199, 2000.

LANGENHOVE, L. V. e SETTE, S. *The Complex Relationships Between Fibres, Production Parameters and Spinning Results*. In: EUROPEAN SIMULATION SUMPOSIUM, 14<sup>th</sup>, 2002, Dresden, Proceedings..., W. Krugs eds., 2002a.

(\*) Trabalho desenvolvido em parceria com a empresa cocamar® – Cooperativa Agroindustrial – Maringá – PR.