

ADAPTAÇÃO DO FIBRÓGRAFO MANUAL, MODELO 132, AO SISTEMA DIGITAL (1) EDMUR SEIXAS MARTINELLI, FRANCISCO AIVES CORRÊA e WANDERLEY RINALDO VENTURINI. O fibrógrafo modelo 132, aparelho construído pela "The Fulton Sylphon Co.", para determinações rápidas do comprimento das fibras de algodão, vem sofrendo, como é normal com os aparelhos em desenvolvimento, modificações em sua estrutura. Foi inventado pelo professor K. L. Hertel, físico da Universidade de Tennessee, Knoxville, Tennessee, U.S.A.

A Seção de Tecnologia de Fibras do Instituto Agrônomico recebeu dois fibrógrafos modelo 132, os precursores de muitos outros que entraram no País, depois de verificadas as vantagens do método sobre os demais para a medição do comprimento da fibra.

Algumas dificuldades ainda apresentava a medição com o fibrógrafo, tais como :

- a) Amostragem defeituosa, principalmente devido à penteagem;
- b) Mau funcionamento, devido às variações na corrente elétrica;
- c) Erros pessoais no traçado da curva;
- d) Erros pessoais no traçado das tangentes e na leitura dos resultados.

A padronização da penteagem concorreu para melhorar a reprodutibilidade dos resultados obtidos, e as variações na corrente elétrica foram praticamente eliminadas mediante o uso de modernos estabilizadores eletrônicos.

O dispositivo servo-motor para traçar, automaticamente, a curva, no modelo 163 (Special Instruments Laboratory, Inc.), eliminou os erros constantes da letra *c*, concorrendo, ainda, para melhorar e facilitar o traçado das tangentes.

Restava, contudo, eliminar os erros pessoais no traçado das tangentes e na leitura dos resultados, quando apareceu, em caráter ainda experimental, idealizado por J. T. Rouse (2), novo método para a determinação do comprimento da fibra do algodão, adaptado ao fibrógrafo. Com êsse método, são determinados apenas três pontos da curva de comprimento, pelos quais, mediante cálculos simples, ob-

1 Recebida para publicação em 16 de dezembro de 1961.

2 ROUSE, JOSEPH T. The use of dial gauges in calculating the results of fibrograph length tests. Textile Research Journal 28:505-510. 1958.

tém-se o comprimento médio da fibra, o "Upper Half Mean", que equivale ao comprimento comercial, e a uniformidade do comprimento.

Evitando-se a curva, eliminam-se os erros oriundos do seu traçado, bem como os do traçado das tangentes e da aproximação na leitura dos resultados.

O novo método, que Rouse denominou Digital, consta da instalação de dois espessímetros graduados em milésimo de polegada, um para medir o deslocamento horizontal e outro para o vertical. Procede-se, nas operações do fibrógrafo, da maneira usual até a colocação dos pentes no porta-pentes; feito isto, equilibra-se o aparelho com o volante do movimento horizontal, fazendo-se a primeira leitura do deslocamento  $a$ , que corresponde à leitura de um quarto de polegada; a seguir, desloca-se o volante do movimento vertical em um quarto de polegada, reequilibra-se o aparelho e procede-se à leitura do segundo deslocamento horizontal  $b$ . Pela fórmula

$$m = \frac{0,25'' a}{a - b}$$

obtém-se  $m$  (valor médio lido). Gira-se, agora, o volante do movimento vertical, até alcançar êsse valor  $m$ , e reequilibra-se o aparelho, procedendo-se, então, à leitura do terceiro deslocamento horizontal  $c$ .

De posse dos valores  $a$ ,  $b$ ,  $c$  e  $m$ , tem-se:

$$M = m + 0,25'' \quad (M = \text{comprimento médio})$$

$$N = a - \frac{b}{2} \quad (N = \text{metade do número de fibras})$$

$$U = \frac{N - c}{N} \quad (U = \text{uniformidade})$$

$$\text{U.H.M.} = \frac{\text{Comprimento médio}}{\text{Uniformidade}} \quad (\text{U.H.M.} = \text{Comprimento comercial})$$

**Origem das fórmulas aplicadas** — A figura 1 explica geometricamente, o sistema Digital. A primeira leitura ( $a$ ) é feita a 0,25'' acima do eixo da frequência (OR), com o aparelho equilibrado, após

colocar o algodão, porque é este o ponto indicado, pelo inventor do aparelho, para iniciar o traçado da curva.

Assim:  $a = AT = OE$

A seguir, gira-se o volante do movimento vertical em  $0,25''$  e ao se reequilibrar o aparelho, obtém-se a segunda leitura ( $b$ ), que é igual a  $BV$ .

Dos triângulos semelhantes  $ROM$  e  $REA$  obtém-se

$$\frac{OM}{AE} = \frac{OR}{ER}$$

Chamando  $OM$  de  $M$ , e sendo  $AE$  igual a  $0,25''$ , temos

$$\frac{M}{0,25''} = \frac{OE + ER}{ER}$$

Como  $REA$  e  $AQB$  são triângulos iguais, tem-se

$$ER = AQ = AT - BV = a - b$$

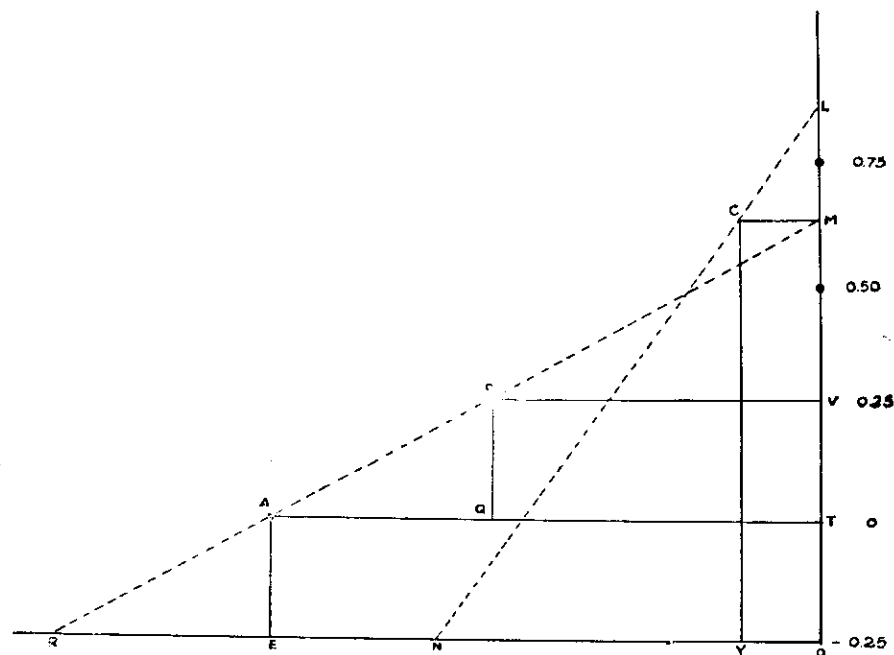


FIGURA 1 — Representação gráfica do sistema Digital

Então :

$$\frac{M}{0,25''} = \frac{a + (a-b)}{a - b} \quad \text{donde } M = \frac{0,25''a + 0,25(a-b)}{a - b} = \frac{0,25''a}{a-b} + 0,25''$$

Designando-se MT como  $m$  (médio lido), tem-se, pela figura 1,

$$m = M - 0,25'' = \frac{0,25'' a}{a - b}$$

Gira-se o volante do movimento vertical até atingir o valor  $m$  encontrado e reequilibra-se o aparelho, obtendo-se a terceira leitura  $c$ , que é igual a CM.

Determina-se o valor  $N$ , igual a  $OR/2$ , que representa a metade do número de fibras.

$$N = \frac{OR}{2} = \frac{OE + ER}{2} = \frac{a + (a-b)}{2} = a - \frac{b}{2}$$

Os triângulos NYC e NOL, sendo semelhantes, dão:

$$\frac{CY}{OL} = \frac{YN}{ON} \quad \text{ou} \quad \frac{OM}{OL} = \frac{ON - OY}{ON} \quad \text{ou,}$$

chamando OL de comprimento comercial ou UHM, tem-se

$$\frac{M}{UHM} = \frac{N - c}{N}$$

Sabe-se que a uniformidade (U) é a relação entre o comprimento médio (M) e o comprimento comercial (UHM). Logo :

$$U = \frac{M}{UHM} = \frac{N - c}{N}$$

**Verificação do método Digital** — Visando constatar a eficiência do referido método, procedeu-se, na Seção de Tecnologia de Fibras, ao exame, pelo sistema Digital, de 7 amostras padrões, adiante relacionadas, de comprimentos já conhecidos, pelo processo gráfico:

AMOSTRAS	Comprimento	Uniformidade
	U.H.M. (mm)	%
1 — Padrão 1A 56 — Acco . . . . .	27,4	84
2 — Padrão 1C 57 — Acco . . . . .	21,6	83
3 — Padrão U. S. D. A. — Rowden	23,7	78
4 — Padrão U.S.D.A. — Stoneville 2B	26,7	77
5 — Padrão U. S. D. A. — Acala 1517	29,2	84
6 — Padrão U.S.D.A. — Wilds 13 . .	31,9	76
7 — Padrão S. T. F. 9999 — I. A. C.	24,4	78

As análises foram efetuadas em dez dias diferentes, por dois operadores, pela manhã e à tarde, em ambiente controlado a 65% UR e 21°C.

Uma análise estatística preliminar mostrou que tôda variação existente se deve à diferença entre os padrões, tanto para U.H.M. como para uniformidade.

Passou-se, então, a estudar as médias das observações feitas pelo nôvo método, comparando-as com os padrões já conhecidos. Essas médias formam a coluna X das relações 1 (UHM) e 2 (Unif.).

**Relação 1** — Regressão do método gráfico em relação ao Digital, para verificar a relação existente entre os mesmos.

VARIÉDADES	X	Y	$\hat{Y}$
	Digital	Gráfico	
1C 57 . . . . .	23,15	21,6	21,75
Rowden . . . . .	25,04	23,7	23,72
S. T. F. 9999 . . . . .	25,62	24,4	24,32
Stoneville 2B . . . . .	27,82	26,7	26,62
1A 56 . . . . .	28,21	27,4	27,02
Acala 1517 . . . . .	30,84	29,2	29,76
Wilds 13 . . . . .	32,70	31,9	31,70
Total . . . . .	193,38	184,9	184,89

$$\bar{X} = 27,62$$

$$\bar{Y} = 26,41$$

$$b_{yx} = 1,0421$$

$$a = -2,37$$

$$b_{xy} = 0,9526$$

$$\hat{Y} = -2,37 + 1,0421X$$

$$r = 0,9964 **$$

**Comprimento de fibra — U. H. M.** — As 7 amostras foram analisadas estatisticamente e o resultado é o que segue :

1 — Em todos os casos, o intervalo de confiança calculado para a média, com 5 e 1% de probabilidade, encerra o verdadeiro valor da amostra. Entretanto, notou-se uma tendência de êsse valor se situar nas regiões inferiores do intervalo de confiança.

2 — Em tôdas as amostras à exceção de 1C 57 e Stoneville 2B, a análise indicou diferença significativa entre dias.

3 — Na análise da amostra Rowden, foi encontrada diferença altamente significativa entre operadores.

4 — Em nenhum dos casos foi encontrada diferença significativa entre períodos.

5 — Os coeficientes de variação, de modo geral, são ótimos.

6 — Calculando a correlação entre os valores médios de cada padrão e o valor aceito como verdadeiro, verificou-se estarem êles altamente correlacionados.

7 — A linha de regressão dos valores da amostra sôbre os do padrão, está expressa pela equação :

$$\hat{Y} = -2,37 + 1,0421 X$$

onde os valores calculados são considerados os verdadeiros.

8 — Calculados os limites de confiança para a regressão, verificou-se que todos os pontos se situam dentro dêsse intervalo.

9 — Calculando os valores esperados para as médias, verificou-se que os desvios são -0,15, -0,02, 0,08, 0,08, 0,38, -0,56 e 0,20, respectivamente, para os padrões 1C 57, Rowden, S. T. F. 9999, Stoneville 2B, 1 A 56, Acala 1517 e Wilds 13.

**Uniformidade (U)** — Com relação à uniformidade, obtiveram-se os dados da relação 2.

**Relação 2** — Regressão do método gráfico em relação ao Digital para verificação da relação existente entre os mesmos.

VARIETADES	X	Y	$\hat{Y}$
	<i>Digital</i>	<i>Gráfico</i>	
Wilds 13 .....	84,78	76	78,14
Stoneville 2B .....	83,82	77	77,12
Rowden .....	86,78	78	80,25

S. T. F. 9999 .....	84,52	78	77,86
1C 57 .....	87,42	83	80,92
1A 56 .....	86,92	84	80,40
Acala 1517 .....	91,55	84	85,29
Total .....	605,79	560	559,98

$$\bar{X} = 86,54$$

$$\bar{Y} = 80,00$$

$$b_{xy} = 1,0568$$

$$a = -11,46$$

$$b_{yx} = 0,5805$$

$$\hat{Y} = -11,46 + 1,0568 X$$

$$r = 0,7833 **$$

**Uniformidade** — As observações sôbre a uniformidade foram as seguintes :

- 1 — A diferença entre dias foi, em todos os casos, significativa.
- 2 — Na amostra Wilds 13, foi encontrada diferença altamente significativa entre períodos.
- 3 — Os coeficientes de variação também foram, neste caso, muito bons.
- 4 — Não houve, em nenhuma análise individual, diferença significativa entre operadores.
- 5 — Os intervalos de confiança calculados para a média a 5 e 1% sômente em dois casos encerram o valor aceito como verdadeiro da uniformidade da amostra.

6 — Foi calculada a correlação existente entre os valores médios de cada padrão e o seu verdadeiro valor. O valor desta, embora significativo, estatisticamente, mostra que os valores estão fracamente correlacionados. Grãficamente, pode-se, com facilidade, observar êste fato.

7 — Calculando o intervalo de confiança a 5% para a regressão, foi verificado que todos os pontos observados estão compreendidos nesse intervalo. A amplitude dêsse coeficiente é grande, de forma que a precisão das previsões obtidas a partir da equação

$$\hat{Y} = -11,46 + 1,0568 X$$

tem pouco interêsse prático.

**Resumo** — A localização do ponto *c*, na base proposta pelo novo método, é, fora de dúvida, altamente relacionada com o ponto em que a tangente, no método clássico, tocará a curva para determinar o comprimento comercial (UHM).

O método Digital foi adotado pela Seção de Tecnologia de Fibras, em vista das conclusões descritas e ainda pelo fato de exigir menor preocupação durante os trabalhos do aparelho e dos operadores, muito embora acarrete maior trabalho de cálculo. SEÇÃO DE TECNOLOGIA DE FIBRAS E SEÇÃO DE TÉCNICA EXPERIMENTAL.

#### ADAPTATION OF THE MODEL 132 MANUAL FIBROGRAPH TO THE DIGITAL METHOD

Based on the work of Rouse, the writers adapted a manual fibrograph (Model 132 of the Fulton Sylphon Co.) to the digital method for the rapid determination of the mean length, U.H.M. and uniformity of cotton fibers.

Determinations carried out on known standard samples to test the adapted fibrograph showed a high correlation ( $r = 0.9964^{**}$ ) for the U.H.M. results, thus indicating that the method is very precise. The correlation coefficient for uniformity was smaller ( $r = 0.7833^{**}$ ), this being a serious objection to its use when highly precise uniformity determinations are necessary. The method, however, can also be used advantageously for most routine uniformity determinations.