

IV. TECNOLOGIA DE FIBRAS

CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE ESPÉCIES LIBERIANAS PARA O ESTABELECIMENTO DE MÉTODOS DE ANÁLISE QUANTITATIVA DE FIBRAS ⁽¹⁾

ANISIO AZZINI ^(2,3), ANTONIO LUIZ DE BARROS SALGADO ⁽²⁾,
ROMEU BENATTI JUNIOR ^(2,3) e ANTONIO ALBERTO COSTA ^(2,3)

RESUMO

Procedeu-se à caracterização tecnológica de cinco espécies não arbóreas fornecedoras de fibras liberianas, visando, principalmente, ao estabelecimento de novo método de análise quantitativa de fibras têxteis e celulósicas. Essas espécies - *Crotalaria juncea*, *Hibiscus cannabinus*, *Corchorus capsularis*, *Urena lobata* e *Boehmeria nivea* - foram coletadas em 1987, de experimentos desenvolvidos no Centro Experimental de Campinas e na Estação Experimental de Pariqueira-Açu do Instituto Agrônomo (IAC). Os resultados mostraram variações tecnológicas significativas entre tais espécies. A crotalária, com o menor teor de liber (19,65%) apresentou o maior teor de fibras celulósicas totais (54,84%), provenientes das frações liberianas e lenhosas do caule. Para as demais espécies, os teores de liber variaram de 30,74 a 41,13% e as fibras celulósicas de 39,46 a 48,38%. Os procedimentos de análise descritos representaram novo método para avaliar quantitativamente os teores de fibras têxteis e celulósicas nos caules de espécies não arbóreas.

Termos de indexação: espécies não arbóreas, fibras têxteis e celulósicas, métodos de determinação.

ABSTRACT

TECHNOLOGICAL CHARACTERIZATION OF SOME BAST PLANTS FOR THE ESTABLISHMENT OF A NEW METHOD OF FIBER DETERMINATION

The technological characteristics of five bast plants were determined mainly to establish a new methodology for textile and cellulosic fibers determinations. The studied species (*Crotalaria juncea*, *Hibiscus cannabinus*, *Corchorus capsularis*, *Urena lobata* and *Boehmeria nivea*) were collected in 1987, from experiments carried out at the Experiment Center of Campinas, and Experiment Station of Pariqueira-Açu, Instituto Agrônomo, State of São Paulo, Brazil. The results showed technological differences among species. The *Crotalaria* stalks with the lowest bast contents (19.65%), presented the highest value for the total cellulosic fibers (54.84%) obtained

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 1º de julho de 1992 e aceito em 23 de março de 1993.

⁽²⁾ Seção de Plantas Fibrosas, Instituto Agrônomo (IAC), Caixa Postal 28, 13001-970 Campinas (SP).

⁽³⁾ Com bolsa de pesquisa do CNPq.

from the bast and woody fraction of the stalk. The bast content for other species varied from 30.74 to 41.13% and the total fibers from 39.46 to 48.38%. The methods of analysis utilized and described in this paper, represent a new methodology for the quantitative determination of textile and cellulosic fibers.

Index terms: non-wood, textile and cellulosic fibers; determination methods.

1. INTRODUÇÃO

As fibras vegetais são obtidas basicamente de espécies arbóreas (madeiras) e não arbóreas (bambu, crotalária, quenafe, juta, sisal, fórmio, rami). As madeiras, utilizadas principalmente como fontes energéticas e na produção de fibras celulósicas para papel, representam a quase totalidade de nossa matéria-prima fibrosa. Para algumas espécies arbóreas, como eucalipto e pinus, existem conhecimentos tecnológicos específicos, desde a produção de sementes geneticamente melhoradas até o produto industrial.

Essa situação não ocorre, todavia, com as espécies não arbóreas, que, apesar das amplas possibilidades de emprego, têm sido relegadas a um segundo plano, sobretudo por falta de conhecimentos científicos e tecnológicos.

Em nosso País, conforme Dornelles (1992), a produção anual de madeiras (241 milhões de metros cúbicos) é menor que o consumo (263,5 milhões de metros cúbicos). Essa situação de escassez e conseqüente valorização das espécies arbóreas tem induzido maior interesse pelas espécies não arbóreas como fonte adicional ou alternativa de matéria-prima fibrosa, também, ao nível mundial, como ressaltou Atchison (MacLeod, 1988).

As pesquisas agrônômicas e tecnológicas das espécies não arbóreas, principalmente das fornecedoras de fibras liberianas (crotalária, malva, juta, quenafe, rami), têm sido dificultadas pela falta de métodos adequados de análise de fibras. Além da caracterização tecnológica, o melhoramento genético dessas espécies tem sido prejudicado, em função de o termo "fibra" ser empregado genericamente para designar várias estruturas anatómicas, caracterizadas por serem longas e estreitas. Nas espécies liberianas, que apresentam uma distribuição bimodal de fibras (longas e curtas,

provenientes, respectivamente, do líber e do lenho), a avaliação tecnológica pode ser feita mediante a determinação de fibras têxteis ou celulósicas.

No presente estudo, procedeu-se à caracterização tecnológica de cinco espécies liberianas, com o objetivo de estabelecer métodos específicos de análise quantitativa de fibras têxteis e celulósicas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudadas cinco espécies fornecedoras de fibras liberianas, a saber: crotalária (*Crotalaria juncea* L.); quenafe (*Hibiscus cannabinus* L.); juta (*Corchorus capsularis* L.); malva (*Urena lobatta* L.) e rami (*Boehmeria nivea* Gaud.), provenientes de experimentos desenvolvidos em 1987, no Centro Experimental de Campinas e na Estação Experimental de Pariquera-Açu do Instituto Agrônômico (IAC). Para toda espécie, coletaram-se dez plantas, retirando-se de cada uma delas, na região mediana, uma amostra de aproximadamente 25 cm, que foi subdividida em cinco partes, utilizando-se, cada parte, nas seguintes determinações tecnológicas:

2.1 Matéria seca

Os teores de matéria seca (MS) das amostras foram determinados levando-se em consideração a massa úmida (MU) e a massa seca (MS) em estufa a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$.

2.2 Densidade básica

A densidade básica (Db) ou densidade mínima da amostra foi determinada pela relação entre sua massa seca (MS) em estufa a $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$ e seu volume saturado em água, conforme procedimento preconizado por Azzini et al. (1981).

2.3 Líber e lenho

As frações liberianas e lenhosas foram separadas manualmente, usando-se amostras úmidas ou verdes. Após essa separação, os teores de líber foram calculados sobre a massa seca do caule, considerando: a matéria seca em estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ do líber, a massa úmida da amostra e o teor de matéria seca. Os teores de lenho foram calculados indiretamente, subtraindo-se de 100 o teor de líber.

2.4 Fibras têxteis

As fibras têxteis, obtidas como feixes ou filamentos fibrosos, representam as fibras extra-axilares localizadas no floema ou líber. Esses feixes fibrosos são formados por células esclerenquimatosas constituídas basicamente de celulose, conhecidas também como fibras celulósicas. No presente estudo, as fibras têxteis foram obtidas quimicamente, a partir das frações liberianas das amostras, mediante o tratamento destas com solução de hidróxido de sódio a 2%, por duas horas em banho-maria, com temperatura próxima a 70°C . Antecedendo esse tratamento químico, as amostras de líber foram subdivididas longitudinalmente e hidratadas em água a 70°C , durante 30 minutos. Os teores de fibras têxteis, em relação à massa seca e úmida (verde) do caule, foram calculados em função da matéria seca em estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ das fibras têxteis, massa úmida da amostra e matéria seca do caule.

2.5 Fibras celulósicas

As fibras celulósicas liberianas (longas) e lenhosas (curtas) foram obtidas da mesma amostra de caule, após o tratamento do líber e do lenho, respectivamente, com solução alcalina e ácida. Como no item anterior, antes do tratamento químico, as amostras tanto do líber como do lenho foram subdivididas longitudinalmente até dimensões próximas às de palito de fósforo e, a seguir, hidratadas em água a 70°C durante 30 minutos. O tratamento alcalino foi igual ao anterior, com solução de hidróxido de sódio a 2%, por duas horas em banho-maria, à temperatura de 70°C .

Sucedendo ao tratamento alcalino, as amostras foram submetidas ao tratamento ácido altamente oxidante à base de ácido acético glacial (50%), água oxigenada a 29,3% (40%) e água destilada (10%). O tratamento ácido foi efetuado na mesma temperatura do alcalino, até completa deslignificação das amostras, o que se observou após três-quatro horas de tratamento. Depois do tratamento ácido, as amostras foram lavadas, neutralizadas com solução de bicarbonato de sódio a 3%, lavadas novamente e conduzidas à estufa ($105 \pm 3^\circ\text{C}$) para secagem. Os teores de fibras celulósicas liberianas e lenhosas foram calculados em relação à massa seca e úmida do caule, considerando: matéria seca em estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ das fibras celulósicas do líber ou do lenho, massa úmida da amostra e teor da matéria seca do caule.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de líber, lenho, matéria-seca e densidade básica, determinados em caules de crotalária, quenafe, juta, malva e rami, apresentaram acentuadas variações, como se pode observar pelo quadro 1.

Para o teor de líber ou casca, os maiores valores foram atingidos pelos caules de juta (41,1%), quenafe (41,0%) e rami (38,6%), contrastando com os caules de crotalária (19,7%), com o menor teor de líber. Os valores intermediários foram obtidos com a malva (30,7%). Deve-se ressaltar que o maior teor de líber não significa maior teor de fibras liberianas, pois a fração liberiana, do ponto de vista de seu desenvolvimento, é heterogênea, constituída por estruturas anatômicas fibrosas e não fibrosas. Os teores de lenho, calculados como complemento dos de líber, apresentaram variações opostas, sendo o mais elevado o da crotalária (80,34%), com o menor teor de líber (19,75%). O lenho, ao contrário do líber, é uma estrutura anatômica mais homogênea, pois seus elementos anatômicos se desenvolveram dos mesmos tecidos meristemáticos intra-axilares.

Os teores de matéria-seca nos caules variaram de 23,3 a 48,8%, respectivamente, para rami e malva. Esses dados evidenciam que os teores de umidade nos caules são variáveis, devendo ser levados em consideração nos cálculos dos teores de fibras. Para a densidade básica, os valores variaram acentuadamente, desde 0,138 g/cm³, para o rami, até 0,402 g/cm³, para os caules de malva. A densidade básica é uma determinação física, relacionada com várias características tecnológicas da matéria-prima fibrosa, principalmente quando esta é empregada na produção de fibras celulósicas para papel. Das espécies estudadas, a malva apresentou densidade básica próxima à das espécies arbóreas tradicionalmente adotadas para produção de celulose e papel, que são eucaliptos (0,530g/cm³) e pinus (0,412g/cm³), fornecedores, respectivamente, de fibras curtas e longas.

No quadro 2, encontram-se os teores de fibras têxteis e celulósicas obtidas nos caules de crotalária, quenafe, juta, malva e rami, calculados em relação à matéria seca (estufa 105 ± 3°C) e da úmida (verde) do caule.

Os teores de fibras têxteis (base seca) variaram significativamente entre as espécies, sendo os mais elevados obtidos nos caules de quenafe (25,05%) e rami (21,43%) e o mais baixo, nos de crotalária (10,63%). Na base úmida, as variações foram de 4,99 a 7,67%, respectivamente, para rami e malva. As fibras têxteis que se localizam na região cortical do liber podem ser primárias ou secundárias. As primárias se formam como elementos do protofloema e as secundárias, a partir da atividade do câmbio, durante a formação do floema secundário, ou seja, durante o aumento do diâmetro dos caules. As fibras secundárias, por serem mais jovens, são imaturas, mais curtas e com menor resistência físico-mecânica, segundo Kundu (1964). Esse mesmo autor observou que nos caules de crotalária predominam as fibras primárias, contrastando com os de juta e quenafe, com maior quantidade de fibras secundárias. Em função dessa observação, a densidade do plantio das espécies fornecedoras de fibras liberianas deve ser bem estudada, pois, se for baixa, vai estimular, além do engalhamento, o engrossamento dos caules, com maior teor de fibras secundárias de menor valor tecnológico.

Quadro 1. Teores de liber, lenho, matéria-prima e densidade básica em cinco espécies liberianas não arbóreas (¹)

Espécie	Liber (²)	Lenho (³)	Matéria seca (⁴)	Densidade básica (⁵)
				g/cm ³
Crotalária	19,65c	80,35a	48,06a	0,286bc
Quenafe	41,02a	58,98c	30,44c	0,172de
Juta	41,13a	58,87c	33,88b	0,258c
Malva	30,74b	69,26b	48,84a	0,402a
Rami	38,58a	61,42c	23,30d	0,138e
DMS	3,41	3,16	2,88	0,051
DV	2,88	2,64	2,41	0,042
V	8,29	4,02	6,53	16,90

(¹) Médias de 10 repetições.

(³) Lenho = 100 - liber (%).

(⁵) D.b. = $\frac{M.S.}{V \text{ (saturado)}}$

(²) Liber = $\frac{M.S. \text{ liber} \times 100}{M.U. \times M.S. (\%)}$ x 100

(⁴) M.S. = $\frac{M.S.}{M.U.}$ x 100

As fibras celulósicas nas espécies liberianas são as unidades estruturais das fibras têxteis, podendo ser longas, quando provenientes do líber, ou curtas, quando obtidas da fração lenhosa dos caules. Para as espécies estudadas, os teores de fibras celulósicas liberianas variaram de 8,80 a 19,56% (base seca), respectivamente, para crotalária e rami. Nas demais espécies, variaram de 11,30 a 13,26%. O elevado teor de fibras nos caules de rami evidencia sua possibilidade como planta fibrosa, com maior pureza de fibras, em relação aos demais componentes não fibrosos presentes no líber. A pureza das fibras têxteis de rami pode ser comprovada pelo seu elevado nível de conversão em fibras celulósicas.

Quanto às fibras curtas, provenientes do lenho, o maior teor de fibras celulósicas lenhosas foi obtido nos caules de crotalária (46,04%), contrastando com os de juta (26,67%), quenafe (27,85%), malva (31,5%) e rami (28,82%). Na base úmida, com valores extremos mais baixos (6,78 a 21,78%), as variações entre as espécies foram semelhantes às da base seca. Esses dados tecnológicos, principalmente os relacionados com os teores de fibras têxteis e celulósicas, não

devem ser calculados em relação à massa úmida do caule, pois, nessas condições, os resultados não foram consistentes para melhor comparação entre as espécies e estabelecimento de um método de análise quantitativa de fibras. Do ponto de vista quantitativo de produção de fibras celulósicas totais (fibras liberianas e lenhosas), a crotalária (54,84%) foi superior às demais espécies, seguida pelo rami (48,38%), malva (42,84%), juta (39,93%) e quenafe (39,46%). Embora seja tecnicamente possível a separação do líber como fonte de fibras longas mais valiosas, na grande prática, em nível mundial, tem-se utilizado o caule como um todo, incluindo suas frações liberianas e lenhosas. Recentemente, segundo Leekla & Thapar (1989), foi inaugurada, na Tailândia, uma fábrica de celulose e papel à base de quenafe (*Hibiscus sabdariffa*), com capacidade de 70.000 t/ano.

Deve-se salientar que maior utilização das espécies não arbóreas como fonte de matéria-prima fibrosa depende intimamente do desenvolvimento de conhecimentos tecnológicos específicos, desde o plantio até a manufatura do produto final. A situação tecnológica atual das espécies não arbóreas é semelhante à do eucalipto, há décadas, e que,

Quadro 2. Teores de fibras têxteis e celulósicas em cinco espécies liberianas não arbóreas (1)

Espécie	Fibras têxteis		Fibras celulósicas liberianas		Fibras celulósicas lenhosas	
	Base seca (2)	Base úmida(3)	Base seca (4)	Base úmida(5)	Base seca (4)	Base úmida(5)
	%					
Croalária	10,63d	5,11cd	8,80d	4,23b	46,04a	21,78a
Quenafe	25,05a	7,62a	11,61bc	3,53c	27,85c	8,47c
Juta	19,18bc	6,49a	13,26d	4,49b	26,67c	8,89c
Malva	15,81c	7,67a	11,30c	5,48a	31,54b	15,96b
Rami	21,43ab	4,99d	19,56a	4,56b	28,82bc	6,78c
DMS	4,52	0,85	1,65	0,56	3,12	2,72
DP	3,78	0,71	1,38	0,46	1,96	1,71
C.V.	20,54	11,19	10,73	10,53	6,00	13,77

(1) Médias de 10 repetições.

(2) FT (base seca) = $\frac{\text{M.S. das FTs}}{\text{M.U.} \times \text{M.S. (\%)}} \times 100$

(3) FT (base úmida) = $\frac{\text{M.S. das FTs}}{\text{M.U.}} \times 100$

(4) FC (base seca) = $\frac{\text{M.S. das FCs} \times 100}{\text{M.U.} \times \text{M.S. (\%)}} \times 100$

(5) FC (base úmida) = $\frac{\text{M.S. das FCs}}{\text{M.U.}} \times 100$

por falta de conhecimentos tecnológicos, permanecia como uma espécie de baixo valor industrial. Hoje o eucalipto é nossa principal matéria-prima fibrosa, graças aos conhecimentos tecnológicos especialmente desenvolvidos, desde a obtenção de sementes, geneticamente melhoradas, até a produção de celulose e papel.

4. CONCLUSÕES

1. O maior teor de líber (casca) não significa maior teor de fibras liberianas.

2. As avaliações tecnológicas, principalmente as relacionadas com as determinações de fibras, devem ser calculadas sobre a massa seca do caule, pois, na base úmida (verde), os resultados não foram consistentes.

3. Os maiores teores de fibras têxteis foram obtidos nos caules de quenafe, juta e rami, contrastando com crotalária e malva, que apresentaram os menores teores. Com relação às fibras celulósicas, o rami foi superior às demais espécies.

4. A produção total de fibras celulósicas, provenientes do líber e do lenho, foi maior nos caules de crotalária.

5. O procedimento analítico descrito no presente estudo, principalmente com relação à avaliação quantitativa de fibras têxteis e celulósicas, representa novo método de análise de fibras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZZINI, A.; SALGADO, A.L. de B. & TEIXEIRA, J.P.F. Curva de maturação da *Crotalaria juncea* L. em função da densidade básica do caule. *Bragantia*, Campinas, **40**:1-10, 1981.
- DORNELLES, R. International exhibition of environmental technology. *Brazil Export*, São Paulo, (271): 15, 1992.
- KUNDU, B.C. Sunn-hemp in India. Soil and Crop Science Society of Florida. *Proceedings*, Gainesville, **24**:396-404, 1964.
- LEEKLA, V.P. & THAPAR, S.K. Experiences in kenaf pulping in Thailand. In: TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY. *Non-wood plant fiber pulping*: progress report n.14. Atlanta, 1983. p.45-50.
- MacLEOD, M. Non-wood fiber. *TAPPI Journal*, Atlanta, **71**(8):50-54, 1988.