

IPEF, n.36, p.43-50, ago.1987

ESTRUTURA ANATÔMICA, DIMENSÕES DAS FIBRAS E DENSIDADE BÁSICA DE COLMOS DE *Bambusa vulgaris* SCHRAD

MARIO TOMAZELLO FILHO

ESALQ-USP, Depto. de Ciências florestais
13.400 - Piracicaba - SP

ANISIO AZZINI

IAC - Seção de Plantas fibrosas
13.100 - Campinas, - SP

ABSTRACT - The variations of anatomical structure, fiber dimensions and basic density of three- year old **Bambusa vulgaris** culms, in longitudinal and transversal sections, were studied. Differences in anatomical structure were verified and the species was characterized according to GROSSER & LIESE (1971). A decrease in fiber length from internal to external culm layers, reaching maximum values in the central layers, was verified for all samples collected at different heights. In the longitudinal direction the fibers increased in lengths until 25-75% culm heights, decreasing until the apices. The basic density increased from the internal to external layers and from the base to the apices, with a tendency to equalize in the terminal culm positions. The variations observed were related with the culm anatomical structure.

RESUMO - No presente trabalho foram estudadas as variações da estrutura anatômica, dimensões das fibras e da densidade básica de colmos de **Bambusa vulgaris**, com 3 anos de idade, nos sentidos transversal e longitudinal. Foram verificadas diferenças na estrutura anatômica e caracterizada a espécie de acordo com a classificação de GROSSER & LIESE (1971). Da mesma forma, foram verificadas variações das dimensões das fibras, havendo uma diminuição do comprimento das camadas internas para as externas, atingindo valores máximos nas camadas intermediárias, para as amostras coletadas a diferentes alturas. No sentido longitudinal as fibras aumentaram em comprimento até 25 - 75% da altura, diminuindo em direção do ápice dos colmos. A densidade básica aumentou das camadas internas para as externas e foram crescentes da base para o ápice, tendendo a se igualar nas posições terminais dos colmos. As variações observadas para densidade básica e dimensões das fibras estão relacionadas com as variações da estrutura anatômica dos colmos de **B. vulgaris**.

INTRODUÇÃO

Os bambus com cerca de 60 gêneros e 600-700 espécies ocorrem naturalmente em todos os continentes, com exceção da Europa, constituindo-se em matéria-prima de elevada importância particularmente nos países asiáticos. No Brasil, dentre as espécies comerciais introduzidas destaca-se **Bambusa vulgaris**, utilizada nos programas de reflorestamento principalmente no nordeste do país, ocupando cerca de 35.000 - 40.000 ha para a produção de celulose de fibra longa. Os colmos de bambu apresentam outras aplicações rurais, além

de possuir características de rápido crescimento em solos declivosos e pobres e eficiente controle da erosão.

Apesar da elevada potencial idade das espécies de bambu no Brasil, são poucas as pesquisas dirigidas para as áreas silvicultural e tecnológica, incluindo-se os estudos sobre a estrutura dos colmos. Nessa área são apresentadas significativas contribuições, principalmente na literatura estrangeira, desde aspectos da anatomia aplicada à taxonomia (METCALF, 1960; GROSSER & ZAMUCO, 1971; GROSSER & LIESE, 1971/73), variação das dimensões das fibras (TAMOLANG et alii, 1958; MEDINA & CIARAMELLO, 1960; AZZINI, CIARAMELLO & NAGAI, 1977b; GOMIDE, COLODETTE & OLIVEIRA, 1982; GOMIDE, OLIVEIRA & COLODETTE, 1981), variação dos feixes vasculares (KITAMURA, SAKAMOTO & NAGASHIMA, 1974; AZZINI, CIARAMELLO & NAGAI, 1977d; XIN & QION, 1981; XIN & QUION, 1983; WAI & MURAKAMI, 1984) até detalhes da ultraestrutura dos elementos celulares (PARAMESWARAN & LIESE, 1962, 1973, 1976, 1977a,b, 1978, 1980; FENGEL & SHAO, 1984; WAI, NANKU & MURAKAMI, 1985).

MATERIAL E MÉTODOS

De touceiras de **B. vulgaris** foram coletados 5 colmos com 3 anos de idade e obtidas amostras em 5 diferentes posições no sentido longitudinal: 0, 25, 50, 75 e 100% da altura comercial (diâmetro mínimo: 3 cm). De cada segmento de colmo, seccionado a diferentes alturas, foram extraídas 5 amostras (camadas) no sentido radial, correspondendo cada uma a 20% da espessura da parede do colmo. Para cada uma dessas amostras procedeu-se a dissociação dos elementos anatômicos pelo processo de maceração e cortes histológicos em micrótomo de deslize, de acordo com metodologia proposta por FRANKLIN (1937) e PRINCES RISB. LABORATORY (1976).

Nas 5 diferentes posições foram coletadas da mesma forma, amostras para a determinação da densidade básica dos colmos (FOELKEL, BRASIL & BARRICHELO, 1971). (Figura 1). As características anatômicas microscópicas dos colmos, para cada uma das posições amostradas, foram analisadas de acordo com os parâmetros anatômicos propostos para espécies de bambu por GROSSER & LIESE (1971).

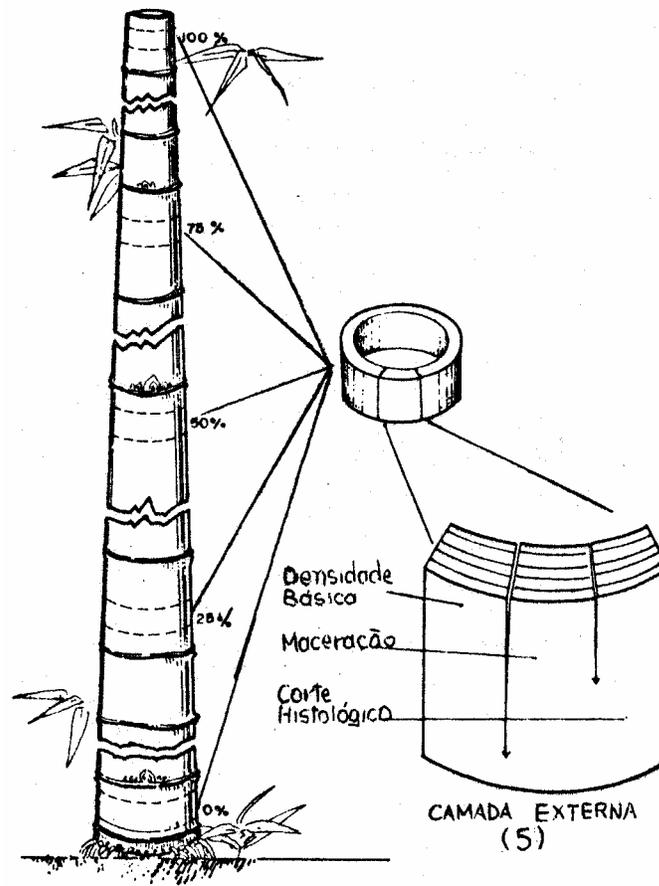
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estrutura anatômica dos colmos (METCALF, 1960; GROSSER & LIESE, 1971; GROSSER & ZAMUCO, 1971; LIESE, 1980; Figura 2)

Os colmos de bambu em sua seção transversal apresentam uma estrutura anatômica caracterizada por numerosos feixes fibrovasculares envolvidos por células de parênquima, com uma epiderme formada por uma fileira de células epiteliais seguida por uma de células de esclerênquima. Nos internódios às células estão dispostas no sentido longitudinal, não possuindo células dispostas no sentido radial, como os raios nas dicotiledôneas e gimnospermas. Os tecidos dos colmos de bambu são constituídos dos seguintes tipos de células: (i) células de parênquima formando o tecido fundamental; (ii) vasos, elementos crivados com células companheiras e cordões de esclerênquima formando os feixes fibrovasculares e (iii) fibras, formando as bainhas de fibras.

(i) **parênquima fundamental** - formado por células alongadas, dispostas verticalmente, intercaladas por células curtas, prismáticas. As células alongadas possuem

parede mais espessa e torna-se lignificada nos primeiros estágios de crescimento dos colmos; as células curtas são caracterizadas por possuírem paredes mais delgadas e não se tornam lignificadas mesmo nos colmos adultos, contém citoplasma denso que mantém sua atividade fisiológica por longo período. As células do parênquima podem conter significativa quantidade de amido e intercomunicar-se através de pontuações simples localizadas nas paredes longitudinais. O tecido parenquimatoso é mais abundante nas camadas mais internas do colmo, diminuindo gradativamente em direção às camadas mais externas; o teor de parênquima decresce da base para o ápice dos colmos.



(ii) **feixes vasculares** - são formados pelo xilema, com 2 vasos largos de metaxilema (40-120 μ) e 1 ou 2 vasos estreitos de protoxilema localizados entre os vasos do metaxilema; pelo floema, com tubos crivados, de parede fina, não lignificada, conectados com várias células companheiras. Observam-se também o espaço intercelular (originado do xilema primário) entre os vasos do metaxilema e o floema primário (formado por uma camada de células comprimidas) na periferia do floema. Os vasos do metaxilema intercomunicam-se com as células do parênquima através de pontuações areoladas, em disposição alterna ou oposta. No sentido transversal dos colmos, os vasos são largos e em menor número nas camadas mais internas do colmo, tornando-se menores e mais numerosos nas camadas mais externas do colmo. No sentido longitudinal, o número de feixes vasculares decresce da base para o ápice dos colmos.

(iii) tecidos de sustentação - Os vasos do xilema e os tubos crivados do floema são envolvidos por cordões de esclerênquima, que apresentam diversidade de forma e dimensão de acordo com a espécie e posição no colmo dos bambus. As camadas interna/mediana apresentam 2 cordões laterais de esclerênquima envolvendo os vasos e 2 cordões polares envolvendo o floema e o espaço intercelular. Além dos cordões do esclerênquima, a maioria das espécies de bambu apresenta bainhas ou feixes isolados de fibras em um lado ou em ambos os lados do feixe vascular. As fibras são longas, com comprimento variando de 1,5 a 3,0 mm, entre as diferentes espécies de bambu. No sentido transversal as fibras aumentam em comprimento a partir das camadas internas, atingem comprimento máximo nas camadas médias, decrescendo novamente nas camadas mais externas. Em um mesmo colmo as fibras mais longas estão situadas na parte mediana do internódio e as mais curtas próximas dos nós. No sentido longitudinal tem sido verificado (i) um aumento do comprimento das fibras da base até a altura média do colmo, com posterior diminuição em direção do ápice e (ii) uma redução do comprimento das fibras da base para a extremidade dos colmos.

Com respeito ao número, forma e disposição dos cordões do esclerênquima e bainha de fibras foram estabelecidos 4 tipos básicos, para finalidades taxonômicas e outras relacionadas (GROSSER & LIESE, 1971).

Para **Bambusa vulgaris** foram observados os tipos IV (feixes vasculares centrais, com pequenos cordões de esclerênquima em disposição lateral e duas bainhas de fibras dispostas em posições opostas) e III (feixes vasculares centrais, com cordões de esclerênquima e uma bainha de fibras).

Dimensões das fibras

Verificou-se uma diminuição do comprimento das fibras, da camada interna para a externa dos colmos, com tendência a um aumento nas camadas centrais, para as amostras coletadas nas diversas porcentagens da altura dos colmos. (figura 3, Tabela 1). Esse comportamento foi observado para **Bambusa vulgaris** e outras espécies por diversos autores mostrando ser um modelo encontrado comumente nos colmos dos bambus (HU & LEE, 1963; LIESE & GROSSER, 1972; CHUNWARIN, 1976; AZZINI, NAGAI & CIARAMELLO, 1979; WENYUE, SHIYI & YOUFEN, 1981; ZAMUCO, 1972). Da mesma forma, os valores máximos para as demais dimensões das fibras, exceto para o diâmetro do lúmen, foram encontrados nas regiões centrais dos colmos (Figuras 4,5,6).

Com respeito à variação no sentido base-topo as fibras mais curtas acham-se localizadas a 100% e as mais longas a 25-75% da altura comercial dos colmos (Figura 3, Tabela 1). Para as demais dimensões das fibras houve, da base para o ápice, (i) uma diminuição do diâmetro do lúmen e (ii) aumento na largura e espessura da parede das fibras, nas posições 25-75%, com decréscimos nas posições base e ápice (Tabela 2). Nesse aspecto diferentes padrões de variação tem sido apresentados na literatura sendo que, de um modo geral, o modelo verificado para **Bambusa vulgaris** - fibras mais longas localizadas nas posições centrais do colmo - e o mais comumente encontrado (PATTANATH, 1972; BASIO-ESPILOY, 1983; ZAMUCO, 1972). Reduções no comprimento das fibras no sentido base-topo foram verificados para colmos de **Bambusa vulgaris**, **Sasa kurylensis** e outras espécies (HU & LEE, 1963; LIESE & GROSSER, 1972; KAWASE, IMAGAWA & UJIE, 1984; MONTALVÃO FILHO, GOMIDE & CONDE, 1984).

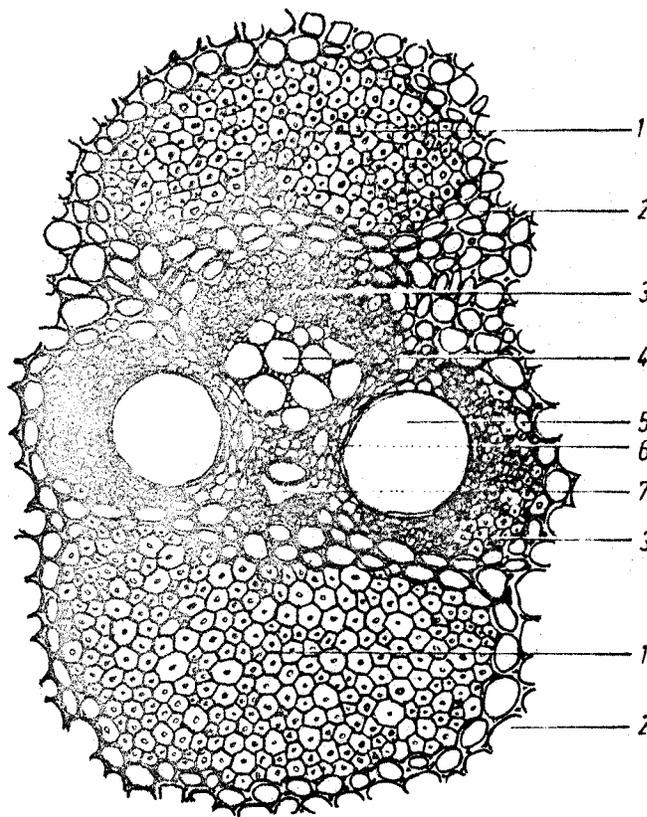


Figura 2 - Seção transversal de um feixe fibroso-vascular (1) bainha de fibras; (2) células de parênquima; (3) cordão de esclerênquima; (4) floema; (5) elementos de vaso do metaxilema; (6) vasos menores do metaxilema; (7) espaço intercelular derivado dos elementos da protoxilema. (seg. GROSSER & LIESE, 1971).

Com respeito aos valores médios das dimensões das fibras em colmos de **Bambusa vulgaris** observa-se que os obtidos no trabalho estão próximos aos apresentados por CIARAMELLO & AZZINI (1971c), BARRICHELO & FOELKEL (1975 a,b) e AZZINI, NAGAI & CIARAMELLO (1979).

Entretanto, são superiores aos apresentados, para a mesma espécie, por TAMOLANG et alii (1957, 1960), MEDINA & CIARAMELLO (1962), TAVITA & PALISOC (1979) e TAMOLANG et alii (1980) e para outras espécies de testadas. (AZZINI & CIARAMELLO, 1971).

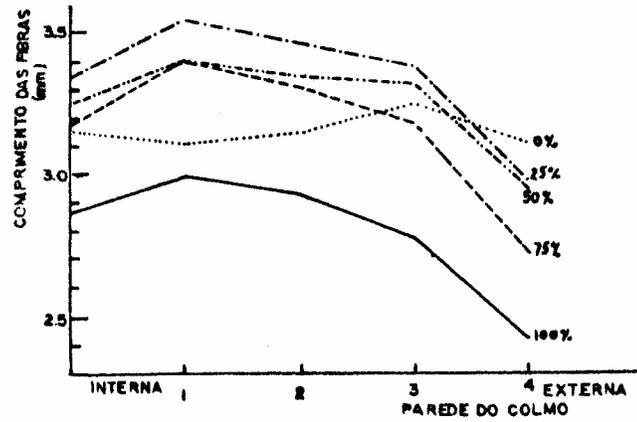


Figura 3 - Variação radial do comprimento das fibras de *Bambusa vulgaris*, em diferentes porcentagens da altura dos colmos.

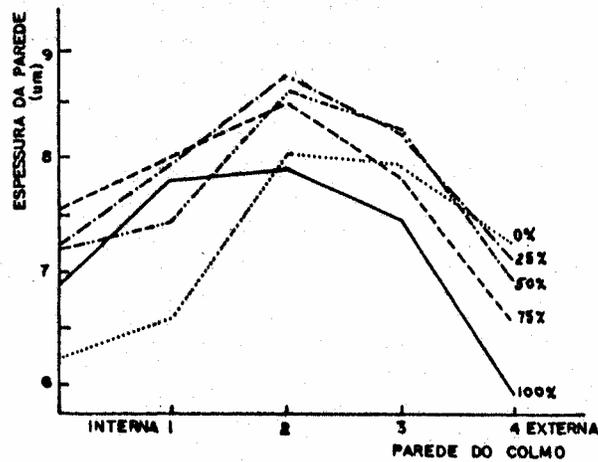


FIGURA 4 -

Figura 4 - Variação radial da espessura da parede das fibras de *Bambusa vulgaris*, em diferentes porcentagens de altura dos colmos.

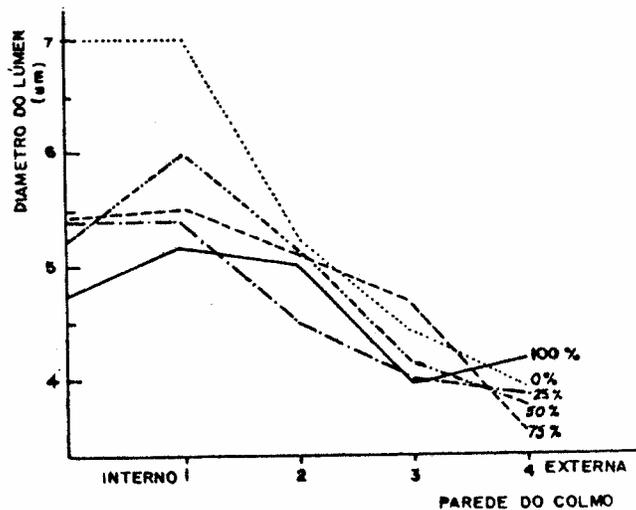


Figura 5 - Variação radial do diâmetro do lúmen das fibras de *Bambusa vulgaris*, em diferentes porcentagens da altura dos colmos

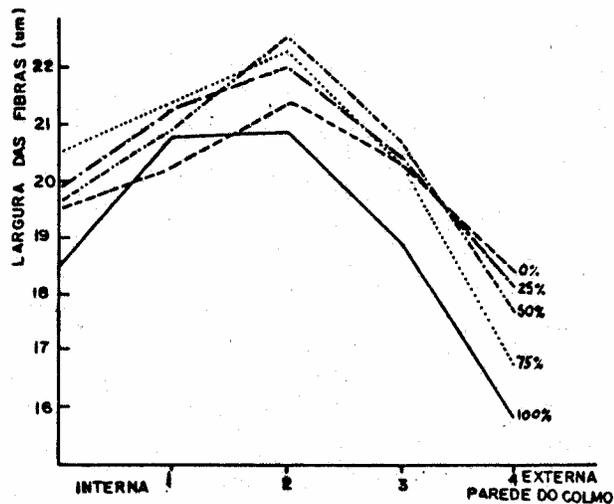


Figura 6 - Variação radial da largura das fibras de *Bambusa vulgaris*, em diferentes porcentagens da altura dos colmos.

Densidade básica

No sentido transversal os valores de densidade básica foram crescentes das camadas internas para as externas dos colmos de bambu, para todas as alturas amostradas (Figura 7). O mesmo modelo de variação foi observado por AZZINI, NAGAI & CIARAMELLO (1979), obtendo variações de 0,43 a 0,76g/cm³ das camadas internas para as externas de colmos de bambu.

No sentido longitudinal os valores de densidade básica foram crescentes da base para o ápice dos colmos de bambu, com tendência a se igualarem nas posições terminais (Tabela 1). Esse modelo de variação foi verificado para **Bambusa blumeana** por BASIO-ESPILOY(1983) sendo que diferentes modelos de variação foram obtidos para **Phyllostachys edulis** e **P. reticulata** (OTA, 1950) e **Sasa kucylensis** (KAWASE et alii, 1980; KAWASE, IMAGAWA & UJIIE, 1984).

O modelo de variação da densidade básica no sentido transversal, em todas as alturas amostradas, é resultado da variação da estrutura anatômica apresentada pelos colmos de **Bambusa vulgaris**. Observa-se uma nítida diferença estrutural entre as diversas camadas do colmo, quanto às porcentagens dos diferentes tecidos (Figura 8). Nas camadas mais internas há uma significativa quantidade de tecido parenquimatoso em relação às fibras e tecidos condutores; a porcentagem de parênquima diminui nas camadas mais externas dos colmos, aumentando o teor das fibras (Figura 8). Esse modelo de variação é citado com elevada regularidade na literatura constituindo-se em um padrão para os inúmeros gêneros/espécies de bambu (LEE & CHIN, 1960; LEE, CHIN & YAO, 1962; HU & LEE, 1963; YU & CHIANG, 1963; CHU & YAO, 1964; GROSSER & LIESE, 1974; CHUNWARIN, 1976; WENYUE, SHIVI & YOUFEN, 1981; PENNA, 1983; KAWASE, IMAGAWA & UJIIE, 1984; KITAMURA, 1962; ZAMUCO & TONGACAN, 1973). Com o aumento do teor de fibras/diminuição do teor de células de parênquima das camadas internas para as externas há, em conseqüência, um aumento da densidade básica das camadas do colmo nesse sentido.

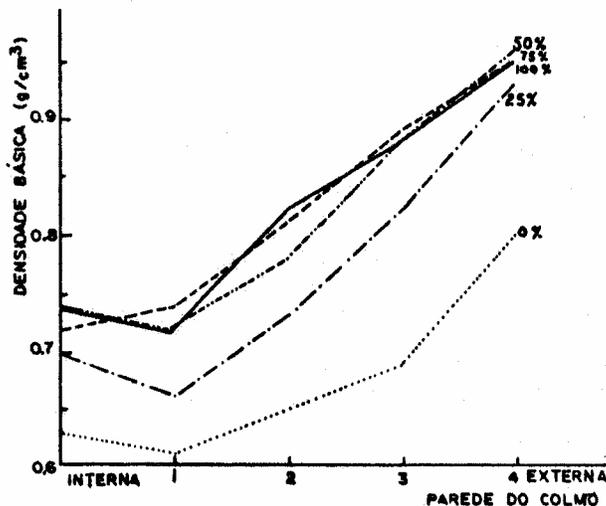


Figura 7 - Variação radial da densidade básica das camadas de *Bambusa vulgaris*, em diferentes porcentagens da altura dos colmos.

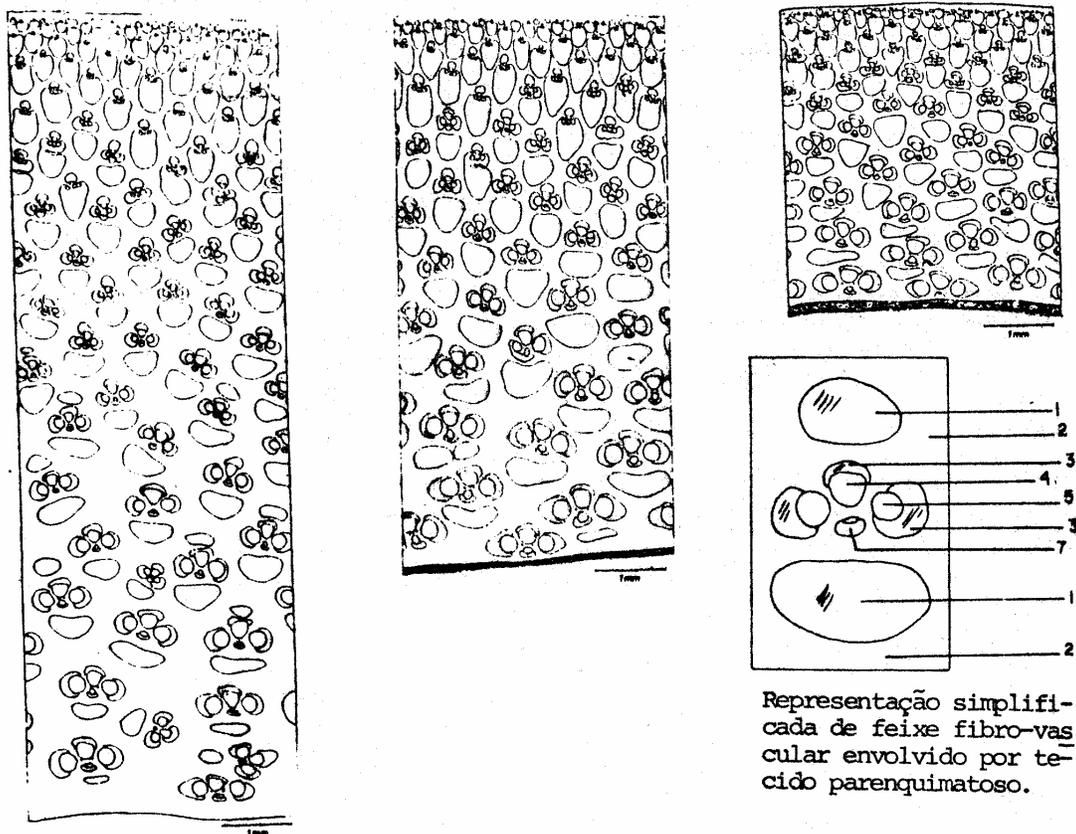
Tabela 1 - Bambusa vulgaris - Valores de crescimento, largura, diâmetro do lúmen das fibras e densidade básica, em cinco diferentes porcentagens da altura dos colmos.

Característica	Posição	0%	25%	50%	75%	100%
Densidade Básica (g/cm ³)	Média	3,16	3,34	3,25	3,16	2,79
	Variação	2,38-3,55	2,81-3,72	2,65-3,67	2,40-3,84	2,14-3,12
	Desvio-Padrão	0,81	0,82	0,78	0,76	0,65
	Coef. Variação	18,94	19,82	17,65	16,68	14,54
Comprimento Fibra (µm)	Média	19,9	20,3	20,2	20,2	18,9
	Variação	18,0-21,5	16,0-22,5	15,5-23,5	15,5-23,0	14,0-22,0
	Desvio-Padrão	4,586	5,341	5,139	5,351	5,191
	Coef. Variação	23,06	26,22	25,32	26,29	27,39
Largura Fibra (µm)	Média	5,5	4,6	4,8	4,8	4,6
	Variação	3,5-9,5	3,5-7,0	3,5-8,0	3,5-8,5	3,5-8,5
	Desvio-Padrão	0,76	0,82	0,85	1,05	0,92
	Coef. Variação	15,46	16,48	17,53	21,54	18,47
Diâmetro Lúmen (µm)	Média	7,2	7,8	7,7	7,7	7,2
	Variação	5,2-8,7	6,0-9,5	6,0-9,7	6,0-9,0	5,0-8,7
	Desvio-Padrão	0,24	0,30	0,33	0,26	0,28
	Coef. Variação	23,39	27,37	28,73	25,36	26,55
Espessura Parede (µm)	Média	0,67	0,75	0,79	0,80	0,81
	Variação	0,37-0,91	0,42-1,00	0,54-1,00	0,28-1,00	0,55-1,00
	Desvio-Padrão	0,12	0,13	0,13	0,11	0,10
	Coef. Variação	14,87	17,58	15,97	14,22	12,60

Por outro lado, o aumento da densidade básica dos colmos na direção longitudinal deve-se do aumento da quantidade de fibras da base para o ápice, com uma conseqüente diminuição do teor de parênquima (Figura 8). Essa significativa variação da estrutura anatômica e da densidade básica entre diferentes camadas afeta as propriedades físico-mecânicas dos colmos e o rendimento industrial para a produção de celulose, além de aumentar o consumo de reagentes. Uma alternativa apresentada recentemente refere-se à produção conjunta de amido (a partir das células do parênquima, das regiões mais internas) e fibras celulósicas (a partir das fibras, das regiões mais externas). Os resultados mostraram um aumento do teor de fibras de 28,3% a 48,8% e uma diminuição do teor de amido de 31,1 a 20,0% das camadas internas para as externas (AZZINI et alii, no prelo).

Com respeito aos valores médios de densidade básica nas posições basais dos colmos de **Bambusa vulgaris** verificou-se que estão próximos aos obtidos para a espécie por CIARAMELLO & AZZINI (1971c) e AZZINI, NAGAI & CIARAMELLO (1979). Outras espécies de **Bambusa** apresentaram variações de densidade básica dos colmos entre 0,61-0,78g/cm³ (AZZINI & CIARAMELLO, 1971; CIARAMELLO & AZZINI, 1971a) e para outros gêneros - **phyllostachys** spp, **Gigantochloa** spp, **Thyrsostachys** e **Ochlandra** - os valores foram de 0,76, 0,67, 0,65 e 0,70 g/cm³, respectivamente (AZZINI, CIARAMELLO & NAGAI, 1972). Entretanto, os valores de densidade básica obtidos para **Bambusa vulgaris** no trabalho foram superiores aos de **Dendrocalamus** spp (0,55-0,68g/cm³), **Guadua** spp (0,45-0,65g/cm³) e **Bambusa vulgaris** var. **vittata** (0,54 g/cm³)

(CIARAMELLO & AZZINI, 1971b; BARRICHELO & FOELKEL, 1975a,b; AZZINI, CIARAMELLO & NAGAI, 1977b).



Representação simplificada de feixe fibro-vascular envolvido por tecido parenquimatoso.

Figura 8 - Seções transversais das posições basal (B), mediana (M) e apical (A) de colmos de *Bambusa vulgaris*. (Os números indicados na representação do feixe fibro-vascular coincidem com os da Fig. 2) (adap. GROSSER & ZAMUCO, 1971).

CONCLUSÕES

Com base nos resultados do presente trabalho pode-se concluir que:

- os colmos de **Bambusa vulgaris** apresentam estrutura anatômica dos tipos IV e III, de acordo com a classificação de GROSSER & LIESE (1971). Verificaram-se variações na estrutura anatômica nos sentidos transversal e longitudinal dos colmos de bambu.

- verificou-se uma diminuição do comprimento das fibras, da camada interna para a externa dos colmos, atingindo valores máximos nas camadas centrais, para as amostras coletadas a diferentes porcentagens da altura dos colmos. Da mesma forma, as demais dimensões das fibras, exceto para o diâmetro do lúmen, apresentaram valores máximos nas camadas centrais dos colmos.

- no sentido longitudinal verificou-se um aumento no comprimento das fibras até 25-75% da altura havendo uma redução do ápice dos colmos.

- verificou-se um aumento nos valores da densidade básica das camadas internas para as externas dos colmos de bambu. No sentido longitudinal os valores de densidade básica foram crescentes, tendendo a se igualarem nas posições terminais dos colmos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZZINI, A. & CIARAMELLO, D. Bambu como matéria-prima para papel. 4 estudos sobre o emprego de 5 espécies de **Bambusa**, na produção de celulose sulfato. **Bragantia**, Campinas, **30**(23): 305-20, 1971.
- AZZINI, A.; CIARAMELLO, D. & NAGAI, A. Celulose de bambu. In: CONVENÇÃO ANUAL DA ABCP, 5, São Paulo, 1972. **Anais**. São Paulo, ABCP, 1972. p.195-201.
- AZZINI, A.; CIARAMELLO, D. & NAGAI, V. Número de feixes vasculares em três espécies de bambu. **Bragantia**, Campinas, 36: 7-10, 1977a.
- AZZINI, A.; CIARAMELLO, D. & NAGAI, V. Densidade básica e dimensões das fibras em bambus do gênero **Guadua**. **Bragantia**, Campinas, 36: 1-5, 1977b.
- AZZINI, A.; NAGAI, V. & CIARAMELLO, D. Celulose monossulfito a partir de **Bambusa vulgaris**. **Bragantia**, Campinas, **38**(14): 131-44. 1979.
- AZZINI, A. et alii. Variações dos teores de fibras celulósicas e amido no colmo de bambu. **Bragantia**, Campinas. (no prelo).
- BARRICHELO, L.E.G. & FOELKEL, C.E.B. Produção de celulose sulfato a partir de misturas de madeira de **Eucalyptus saligna** com pequenas proporções de cavacos de **Bambusa vulgaris** var. **vittata**. **IPEF**, Piracicaba, (10): 93-9, ago.1975a.
- BARRICHELO, L.E.G. & FOELKEL, C.E.B. Deslignificação alcalina rápida para produção de celulose química de **Bambusa vulgaris** var. **vittata**. **IPEF**, Piracicaba, (11): 83-90, out.1975b.
- BASIO-ESPILOY, Z. Specific-gravity, silica content and fiber measurements in Kanayan (**Bambusa blumeana** Blume ex Shultes). **NSTA technology journal**, s.i. p.42-74, 1983.
- CHU, W.F. & YAO, H.S. Studies on the fibre structure of 33 chinese bamboo os available for pulp manufacture. **Scientia Silvae**, **9**(4): 311-27, 1964.
- CHUNWARIN, W. Culm structure and composition of three that bamboos. **Forest research bulletin**, Bangkok, (47): 1-70, dez. 1976.
- CIARAMELLO, D. & AZZINI, A. Bambu como matéria-prima para papel. 3 estudos sobre o emprego de quatro espécies de **Bambusa**, na produção de celulose sulfato. **Bragantia**, Campinas, **30**(19): 199-214, 1971a.

- CIARAMELLO, D. & AZZINI, A. Bambu como matéria-prima para papel. 5. estudos sobre o emprego de quatro espécies de **Dendrocalamus**, na produção de celulose sulfato. **Bragantia**, Campinas, **30**(24): 321-36, 1971b.
- CIARAMELLO, D. & AZZINI, A. Bambu como matéria-prima para a produção de papel. Estudos sobre o emprego de **Bambusa vulgaris**, **Bambusa vulgaris** var. **vittata** e **Bambusa oldhami** na produção de celulose sulfato. **O papel**, São Paulo, **32**(2): 33-40, 1971c.
- FENGEL, D. & SHAO, X. A chemical and ultrastructural study of the bamboo species **Phyllostachys makinoi** Hag. **Wood science and technology**, New York, **18**(2): 103-12, 1984.
- FOELKEL, C.E.B.; BRASIL, M.A.M. & BARRICHELO, L.E.G. Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. **IPEF**, Piracicaba, (2/3): 65-74, 1971.
- FRANKLIN, G.L. Permanent preparations of macerated wood fibers. **Tropical woods**, (49): 21-2, 1937.
- GOMIDE, J.L.; OLIVEIRA, R.C. & COLODETTE, J.C. Influência da idade do **Bambusa vulgaris** nas suas características químicas e anatômicas visando a produção de polpa celulósica. In: CONGRESSO ANUAL DA ABCP, 14, São Paulo, 1981. **Anais**. São Paulo ABCP, 1981. v.1., p.5-29.
- GOMIDE, J.L.; COLODETTE, J.L. & OLIVEIRA, R.C. Estudo de potencialidades de **Bambusa vulgaris** para a produção de papel do tipo kraft. **O papel**, São Paulo, **28**(7): 38-42, jul.1982.
- GROSSER, D. & LIESE, W. On the anatomy of asian bamboos, with special reference to their vascular bundles. **Wood science and technology**, New York, **5**(4): 290-312, 1971.
- GROSSER, D. & LIESE, W. The distribution of vascular bundles and walls types within the culm of various bamboo species. **Holz als roh-und werkstoff**, Berlim, **32**(12): 473-82, 1974.
- GROSSER, D. & LIESE, W. Present status and problem of bamboo classification. **Journal of Arnold Arboretum**, Cambridge, **54**(2): 293-308, 1973.
- GROSSER, D. & ZAMUCO, G.I. Anatomy of some bamboo species in the Philippines. **The Philippine journal of science**, Manila, **100**(1): 57-72, 1971.
- HU, Y.S. & LEE, C.L. Comparative anatomy of the culm and fibers of *Phragmites communis* and *Miscanthus sinensis*. **Acta botanica sinica**, **11**(3): 252-60, 1963.

- KAWASE, K; et alii. Studies on utilization of Sasa bamboos as forest resources.4. pulping young culms and histological change of cell structure of the culms in growing process. **Research bulletins of College Experiment Forests**, Sapporo, **43**(1): 74-96, 1980.
- KAWASE, K.; IMAGAWA, H. & UJIIE, M. Studies on utilization of Sasa bamboos as forest resources. **Research bulletins of College Experiment Forests**, Sapporo, **41**(2): 494-532, 1984.
- KITAMURA, H. Studies in the physical properties of bamboo. 9. on the fiber content. **Mokuzai gakkdisshi**, Tokyo, 20: 249-52, 1962.
- KITAMURA, H.; SAKAMOTO, J.. & NAGASHIMA, T. On the quadrangular bamboo culms - forms of culms and the anatomy, with special reference to their fibers and vascular bundles. **Bull. Utsonomya Faculty**,71-86, 1974.
- LEE, C.L. & CHIN,T.C. Anatomical studies of some Chinese bamboos. **Acta botanica sinica**, **9**(1): 76-95, mar. 1960.
- LEE,C.L.; CHIN,T.C. & YAO,X.S. Further anatomical studies of some chinese bamboos. **Acta botanica sinica**, **10**(1): 15-27, mar. 1962.
- LIESE , W. Anatomy of bamboo. In: **Bamboo research in Asia**. Ottawa, IDCR/IUFRO, 1980. p.161-4.
- LIESE,W. & GROSSER,D. On the occurrence of anomalous tissue in the culm of monocotyledons. **Holz als roh-und werkstoff**, Berlin, **29**(9): 339-44, 1971.
- LIESE, W. & GROSSER, D. On the variability of fibre length in bdmboo. **Holzforschung**, Berlin, **26**(6): 202-11, dez. 1972.
- MEDINA, J.C. & CIARAMELLO, D. Dimensões das fibras em bambusáceas. **Bragantia**, Campinas, 19: 165-71, 1960.
- MEDINA, J.C. & CIARAMELLO, D. Dimensões das fibras em bambusáceas. **Bragantia**, Campinas, **21**(29): 485-98, mai.1962.
- METCALFE, C.R. **Anatomy of monocotyledons**. 1. Gramíneae - Bamboos. Oxford, Oxford University Press, 1960.p.578-85.
- MONTALVÃO FILHO, A.; GOMIDE, J.L. & CONDÉ, A.R. Variabilidade da constituição química e das características dimensionais das fibras do **Bambusa vulgaris**. **Revista Arvore**, Viçosa, **8**(1): 12-27 1984.

Os melhores frutos do eucalipto.



A Aracruz criou mais de 5 mil empregos diretos no norte do Espírito Santo, onde estão suas florestas e fábrica de celulose. São engenheiros, tratoristas, pesquisadores, administradores e muitos outros profissionais, aos quais são oferecidas permanentes possibilidades de aperfeiçoamento. A alta qualidade da celulose Aracruz deve-se, principalmente, ao trabalho dessas pessoas.

Mas a política de pessoal da empresa não se limita às oportunidades de treinamento e acesso. Assistência médica e hospitalar, e um sistema de ensino de 1º e 2º graus são assegurados a todos os empregados e seus familiares.

A Aracruz também criou novas alternativas de progresso. A infra-estrutura montada para recebê-la estabeleceu condições para a implantação de novas indústrias na região, importante contribuição para a interiorização do desenvolvimento capixaba.

Além disso, a Aracruz, que produz anualmente 400 mil toneladas de celulose, é uma grande fábrica de divisas. Suas vendas ao exterior representam 145 milhões de dólares anuais, que a colocam entre os 20 maiores exportadores brasileiros.



ARACRUZ CELULOSE S.A.
União brasileira do progresso.