

CONSELHO NACIONAL  
DE PESQUISAS

INSTITUTO  
NACIONAL DE  
PESQUISAS DA

AMAZÔNIA

*Galvão*

ESTUDO ANÁTOMO-HISTOLÓGICO DA

*Madeira  
Acaçu*

VISANDO O SEU APROVEITAMENTO  
PARA A FABRICAÇÃO DE CELULOSE

BOTÂNICA

*1527  
Camp.*  
6

KARL ARENS  
E ROBERT LECHTHALER



**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA**

DIRETOR

Arthur Cezar Ferreiras Reis

RUA GUILHERME MOREIRA 102/112

C. P. 478

Manaus — Amazonas

Brasil

REPRESENTAÇÃO NO DISTRITO FEDERAL

Av. Franklin Roosevelt, 39

salas 801, 804 e 805

Rio de Janeiro, D. F.

Brasil

CONSELHO NACIONAL DE PESQUISAS

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA

Botânica

Publicação n.º 6

ESTUDO ANÁTOMO-HISTOLÓGICO DA MADEIRA DE AÇACU VISANDO O SEU APROVEITAMENTO PARA A FABRICAÇÃO DE CELULOSE

Por

Karl Arens

e

Robert Lechthaler



1527  
comp.

Rio de Janeiro

1958

AmM  
11



**Classificação Decimal de Melvil Dewey 583.21**  
**Classificação Decimal Universal 582.757.2-1.8:676.16**  
**Ficha impressa pelo S.I.C. n.º 58-1501**

**ESTUDO ANATOMO-HISTOLÓGICO DA MADEIRA DE AÇACU,  
VISANDO O SEU APROVEITAMENTO PARA A  
FABRICAÇÃO DE CELULOSE**

Karl Arens  
e  
Robert Lechthaler

Num estudo anterior, intitulado: "Histomeria quantitativa de madeiras", apresentamos um método planimétrico para a determinação quantitativa de elementos histológicos na madeira. No presente trabalho, aplicamos a "histometria quantitativa" ao estudo da madeira de Açacu (*Hura crepitares* L.), servindo-nos da "platina de integração de Leitz", cujo manejo foi explicado no trabalho citado.

O Açacu, uma árvore da família das "euphorbiaceae", é encontrado desde o sul do México até o sul da região Amazônica, onde é comum nas várzeas argilosas e alagadiças. A árvore é de crescimento rápido, chegando a altura de 60 metros e a um diâmetro maior que 3 metros. O tronco é liso e, freqüentemente, sem ramificação, até a altura de 15 a 30m. A casca, muitas vêzes, espinhosa, contém um látex cáustico, de modo que a serragem pode produzir irritações na pele. Os frutos assemelham-se a pequenas abóboras e são cápsulas deliscentes por fragmentação, produzindo um estalo na abertura, espalhando as sementes à distância. Estas encerram um óleo com propriedades tóxicas.

## A MADEIRA DE AÇACU

A madeira é muito procurada, tendo uso local e boa aceitação no mercado estrangeiro. De acôrdo com o relatório da F. A. O. (1953), o Açacu contribuiu com 16% ao volume de 115.000 m<sup>3</sup> da madeiras chegadas em 1951 às serrarias Amazônicas. A madeira é leve, resiste à umidade, serve para construções, caixotes, carpintaria, compensados, soalhos, forros, tamancos etc. É de côr creme claro até pardacenta de pêso específico de 0,36 até 0,50, corta-se facilmente, aceita bem corantes, cola e vernizes. Por ser a árvore freqüente e de crescimento rápido e permitindo, provavelmente, a formação de florestas puras, talvez se preste como matéria prima, à fabricação de celulose e pasta mecânica.

Para os fins de estudos anatômicos qualitativos e quantitativos, fizemos cortes de 20 a 50 micra de espessura com o micróto mo, empregando a coloração com safranina e com a hematoxilina, segundo Delafield. Em vez de apresentar uma descrição detalhada da anatomia da madeira de Açacu, apresentamos em seguida as características, como elas se traduzem pelos itens da ficha internacional para a classificação de madeiras, o sinal + significando a presença e o sinal —, a ausência do respectivo caráter.

### VASOS

- 1) Únicos (múltiplos menos que 2%). —
- 2) Grupos radiais de 4 ou mais freqüentes. + (Fig. 4 e 5)
- 3) Distribuição radial ou oblíqua. + (Fig. 5)
- 4) Distribuição tangencial. —
- 5) Reunidos em grupos. —
- 6) Comunicação aberta entre os vasos. —
- 7) Comunicação por perfurações escalariformes. +
- 8) Mais que 20 perfurações. —
- 9) Espessamentos espiralados. —
- 10) Pontuações pequenas (diâmetro menor que 3 micras). —

- 11) Pontuações horizontais ou escalariformes. + (Fig. 9)
- 12) Pontuações com estruturas especiais. —
- 13)
- 14) Tilas abundantes. —
- 15) Tilas esclerosadas. —
- 16) Depósitos de goma, resina etc. —
- 17) Em número menor que 5 por mm<sup>2</sup>. +
- 18) " " " " 20 " " . —
- 19) " " maior " 40 " " . —
- 20) Diâmetro médio menor que 50 micras. —
- 21) Diâmetro médio menor que 100 micras. —
- 22) Diâmetro médio maior que 200 micras. + (Fig. 6,7)

### FIBRAS

- 23) Septadas. —
- 24) Membranas espessas (cavidade menor que a metade da espessura). —
- 25) Pontuações aureoladas. +
- 26) Traqueídeos presentes. —
- 27)

### RAIOS MEDULARES

- 28) Na maioria mais altos que 1mm. —
- 29) Unisseriados. + (Fig. 4, 5, 6, 7, e 9)
- 30) Na maioria 4-10 seriados. —
- 31) Frequentemente com mais de 10 séries. —
- 32) Raios agregados. —
- 33) Raios de dois tipos, estreitos e largos. —
- 34) Homogêneos. + (Fig. 8 e 9)
- 35) Quatro ou mais séries marginais. —
- 36) Dez ou mais séries marginais. —
- 37) Partes bisseriadas e trisseriadas, da largura das unisseriadas.
- 38) "Tile cells" presentes. —
- 39) Células formando bainha presentes. —
- 40) Canais intercelulares de resina, látex etc. —

- 41) Disposição em andares. —
- 42) Geralmente menor que 4 por mm<sup>2</sup> (corte transv.). —
- 43) Geralmente mais que 12 por mm<sup>2</sup> (corte transv.). —
- 44) Pontuações maiores para o lado dos vasos. +

#### PARÊNQUIMA

- 45) Preferencialmente apotraqueal. +
- 46) Difuso. + (Fig. 4 e 6)
- 47) Predominantemente paratraqueal. —
- 48) Vasicêntrico. —
- 49) Alado ou confluyente.
- 50)
- 51) Em faixas. +
- 52) Em faixas unisseriadas. + (Fig. 4 e 6)
- 53) Em faixas geralmente até 4- seriadas. —
- 54) Pelo menos 6 faixas por mm. + (Fig. 4)
- 55) Formando andares. —
- 56) Fusiforme. —
- 57)

#### OUTRAS CARACTERÍSTICAS

- 58) Floema incluso. —
- 59) Canais verticais. —
- 60) Canais tangenciais. —
- 61) Cristais em células comuns. —
- 62) Cristais em células septadas. + (Fig. 9)
- 63) Cristais em idioblastos. —
- 64) Rafícios ou drusas. —
- 65) Células com óleo ou mucilagem. —
- 66)

#### PROPRIEDADES FÍSICAS

- 67) Cheiro pronunciado. —
- 68) Cerne colorido. —

- 69) A lasca queima deixando cinza +
- 70) Densidade (sêco ao ar) menor que  $0,4\text{g/cm}^3$ . —
- 71) Densidade (sêco ao ar) maior que  $1,0\text{g/cm}^3$
- 72)
- 73)

### DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

- 74) Eurásia e norte da África. —
- 75) Índia. —
- 76) Malaia e Filipinas. —
- 77) Austrália e Nova Zelândia. —
- 78) África tropical e Madagascar. —
- 79) África do Sul. —
- 80) América do Norte. —
- 81) América tropical. +
- 82) América do Sul temperada.
- 83)

### ANEIS ANUAIS

- 84) Presentes. —
- 85) Poros anulares. —
- 86) Poros meio anulares. —
- 87)
- 88)

Os itens da ficha internacional caracterizam a madeira com respeito à estrutura anatômica permitindo a sua classificação. Mas o técnico em industrialização de madeiras não dispõe de elementos suficientes a fim de ter uma idéia definida sobre as propriedades da madeira, mesmo quando possui os os dados tecnológicos relativos à densidade, resistência etc.

### PESQUISAS HISTOLÓGICAS QUANTITATIVAS DA MADEIRA

Com o intuito de caracterizar mais detalhadamente e quantitativamente a madeira, medimos, em cortes feitos com o mi-

crótomo, o diâmetro das células e espessuras das membranas nos seguintes elementos: traquéias, fibras, parênquima e raios medulares. Nas fibras distinguimos “marginais” = em contacto com os raios e “centrais” = sem contacto com os raios medulares (Fig. 6 e 7). O comprimento celular foi mensurado em madeira macerada (Fig. 10 e 11) por meio de uma mistura de ácido crômico de 10% e de ácido nítrico de 10% em partes iguais (solução Jeffrey). O grau de lignificação foi avaliado pela coloração com o reagente floroglucina + HCl de 20%.

Os dados reunidos no quadro que segue representam a média de umas 50 medições isoladas para cada caso. (Tab. 1)

Os vasos são relativamente grandes e com membranas espessas. (Fig. 6 e 7). Existem dois tipos de fibras: as que são vizinhas do raio medular, com o diâmetro maior e as mais estreitas, que não têm contacto com os raios (Fig. 6 e 7). A membrana das fibras é de uma espessura regular de 2,5 micras, na média, e revela-se bem lignificada tratada com o reagente de floroglucina. As fibras do Açacu, comparadas com as de outras madeiras dicotiledôneas, são relativamente compridas, medindo, na média 1373 micras de comprimento (Fig. 10 e 11). O tecido parenquimatoso, composto do parênquima do xilema e do dos raios lenhosos, possui membranas pouco espessadas e com insignificante incrustação de lignina (Fig. 10 e 11).

Um quadro com dados quantitativos dos elementos componentes da madeira como o da tabela 1 é mais interessante para o técnico que uma simples descrição anatômica. Mas, para se ter uma idéia nítida da utilidade desta madeira para fins de fabricação de celulose, é necessário conhecer-lhe a composição quantitativa.

Por isso determinamos, pelo método “histometria quantitativa”, a proporção de cada elemento por volume de madeira, obtendo os seguintes resultados, que representam as médias de muitas medições. (Tab. 2)

	No corte transversal		No corte transversal		Em madeira macerada		Grau de Lignificação	OBSERVAÇÃO
	Diâmetro celular maior	Diâmetro celular menor	Espessura da membrana (micra)	Comprimento celular (micra)	máx.	méd.		
TRAQUEIAS	350:230	130:106	7,7	226:171	671	516	++ +	Contém amido e cristais
FI-BRAS)	31:20	22:7	2,8	24:12	1961	1373	++ +	Isento de taninos e materiais colorantes
	Marginais		2,0	2,5	866			
trais								
Cen-	20:14	3:3	2,8	12:1				
PARÊNQUIMA	51:42	32:24	1,6	42:29	248	179	+	
	R A I O S	35:26	17:15	27:19	268	155	+	

Tabela 1. — QUADRO DE MEDIÇÃO DOS ELEMENTOS HISTOLÓGICOS DA MADEIRA DE AÇUCAR.

	% por volume (média)
T R A Q U É I A S	6,95
F I B R A S	66,99
P A R Ê N Q U I M A	13,47
R A I O S	12,58

Tabela 2. — *Composição Histológica, Quantitativa da Madeira de Açacu.*

Para ilustrar melhor a distribuição dos elementos constituintes da madeira de Açacu, transformamos os dados em gráfico (Fig. 1), tornando-se, assim, mais saliente a grande porcentagem de fibras.

Portanto, a madeira de Açacu é uma das mais ricas em fibras, com os seus 67%, visto que 75% de fibras corresponde ao máximo conhecido em dicotiledôneas, das quais a maioria possui 30% até 60% ou ainda menor quantidade. O parênquima (13,47%) e os elementos parenquimatosos dois raios (12,58), somando em 26,05%, possuem membranas muito pouco lignificadas, o que é a causa da dureza relativamente pequena da madeira.

Os mesmos elementos se perdem no processo da fabricação de celulose ou papel. Dêste modo, a maceração histológica conserva êstes elementos (Fig. 10 e 11), enquanto os processos violentos de maceração e extração de lignina usados na fabricação de celulose destroem e lavam os tecidos parenquimatosos (Fig. 12 e 13). A parte aproveitada na indústria de celulose e papel é, por isso, a fração de 66,99% de fibras. A porcentagem dos vasos (6,95%) é pequena como em muitas ma-

deiras de origem tropical. Êles conservam-se na celulose, contribuindo, entretanto, em escala mínima ao pêso da mesma, visto que o volume de 6,95 é constituído, quase totalmente, pela cavidade celular (Fig. 4, 5, e 6). O Açacu contém 67% de fibras de um comprimento médio de quase 1,400 mm (Tabela 1).

O fabricante de celulose e de papel precisa também conhecer as proporções das fibras de comprimentos diferentes. A fim de obter êstes valores, realizamos medições com madeira macerada. Dividimos as fibras, relativamente ao comprimento, em três grupos: 1) de 0-0,9mm.) 2) de 1,0-1,5mm. e 3) de 1,6-1,92mm. O gráfico (Fig. 2) mostra que 68,7% das fibras têm 1,0-1,6mm de comprimento, as de 1,6-1,92mm contribuem com 23,8%, enquanto as fibras curtas representam apenas 7,5% do total. Esta proporção é vantajosa para a fabricação de celulose, dada a preponderância das fibras com 1,0-1,6mm de comprimento, importando em quase 67%.

A largura das fibras foi também mensurada e dividida em três grupos, a saber: 1) 0,000-0,0250mm, 2) 0,0251-0,0300mm e 3) 0,0351-0,355mm. De acôrdo com o gráfico da figura 3, são 53,8% das fibras de um comprimento de 0,0251-0,0300mm, as de 0,0351-0,0355 importam em 25% e as mais estreitas em 21,2%. As fibras são aqui, naturalmente, mais largas que o maior diâmetro das mesmas no quadro acima apresentado (Tabela 1). Pois foram comprimidas e achatadas pela maceração e compressão subsequente entre lâmina e lamínula.

## A MADEIRA DE AÇACU COMO MATÉRIA PRIMA PARA A FABRICAÇÃO DE CELULOSE

Na África tropical ocorre uma árvore, da Serra Leona até o Congo, com o nome científico de *Musanga smithii* R. Brown, que é tida como uma das melhores para a fabricação de celulose e certas qualidades de papel. E' uma morácea de crescimento rápido e de madeira branca até amarela, de pequena densidade. A comparação dos respectivos dados sôbre a percentagem dos elementos histológicos etc. revela que as madeiras

de Musanga e Açacu são muito semelhantes (Tabela 3). A semelhança entre a estrutura anatômica de euforbiáceas e moráceas ou urticáceas é um fato curioso, salientado por vários autores (Metcalf e Chalk, 1950).

	% DE VOLUME DE MADEIRA				Comprimento das fibras (mm)	Peso específico
	Fibras	Raios med.	Parênquima	Vasos		
Musanga smithii	70,20	19,70	4,00	6,10	1,38	0,295
Hura crepitares (Açacu)	66,99	12,58	13,47	6,95	1,37	0,360-0,500

Tabela 3. — COMPOSIÇÃO DA MADEIRA DE MUSANGA E AÇACU.

A *Musanga* possui apenas 3% mais de fibras; os raios e o parênquima, que são ambos sem importância para estes fins industriais, somam em 26,05% no Açacu e em 23,7% na *Musanga*; os volumes dos vasos com 6,1% e 6,85% são praticamente iguais. As fibras possuem comprimentos idênticos e a diferença dos pesos específicos entre ambas as madeiras insinua que as fibras de Açacu possuem membranas mais grossas que as da *Musanga*. Assim, podemos afirmar que o Açacu se prestará tão bem, ou melhor, para a fabricação de celulose como a muito recomendada *Musanga* da África.

O Instituto Tecnológico de S. Paulo fez uma determinação de celulose da madeira de Açacu (Relatório de 19-12-51 para as Indústrias I. B. Sabbá S. A. em Manaus). De acordo com este relatório, ferveu-se a madeira numa solução de 4% de NaOH durante 6 horas no autoclave, sob a pressão de 6 atmosferas (= 158°C). O rendimento obtido foi 41% de celulose seca sobre a madeira seca. Examinamos a celulose assim obtida (fotomicrografia da fig. 12 e 13). As fibras, em contraste com as que foram apenas maceradas pela solução Jeffrey (fotomicrografia da fig. 10 e 11), apresentam-se tortas e os elementos celulares pertencendo aos raios medulares e ao parênquima são

praticamente ausentes, ou dissolvidos ou afastados pelas lavagens, por serem células pequenas. Só uns vasos se encontram ainda na celulose (Fig. 12).

Medimos o comprimento das fibras, aparentemente um pouco encolhidas pelo tratamento, obtendo na média 1,270 mm. Interessa também a comparação do comprimento das fibras de Açacu com as na celulose de outras madeiras e que apresentamos na seguinte tabela.

ORIGEM DA CELULOSE	COMPRIMENTO DAS FIBRAS
PINHO ( <i>Picea excelsa</i> ) c. sulfito	2,316 mm
ÁLAMO ( <i>Populus nigra</i> ) c. sulfato	1,022 mm
EUCALIPTO ( <i>Eucalyptus</i> <i>spea</i> ) c. sulfato	0,908 mm
PALHA DE CEREAIS	0,873 mm
FAIA ( <i>Fagus silvatica</i> )	0,832 mm
AÇACU ( <i>Hura crepitares</i> )	1,270 mm

Tabela 4. — *Comparação do comprimento das fibras de celulose de origem diferente.*

Comparada com as várias celulosas industrialmente produzidas, a de Açacu possui fibras bastante longas, não podendo, naturalmente, concorrer com as coníferas (pinho) quanto ao

comprimento, mas possui fibras bastante mais longas que diversas celuloses.

Na fabricação de celulose ou papel, desaparecem normalmente os raios medulares e o parênquima, sendo destruídos e lavados.

Êsses dois elementos, de acôrdo com as nossas medidas histométricas, contribuem com 12,58% e 13,47% ao volume da madeira de Açacu, de modo que apenas as fibras — 66,99% — e os vasos — 6,95% — são aproveitados, a saber  $6,95\% + 66,99\% = 73,94\%$  do volume da madeira. Mas a análise química deu só 41% de celulose. E' preciso lembrar que se trata no caso da análise química de percentagem de pêso e, em nossa análise histológica, de percentagem de volume.

A disparidade entre o aproveitamento de 73,94% de volume e 41% de pêso da mesma madeira é só aparente. Um exame mais detalhado revela que a análise histométrica fornece elementos seguros para a avaliação do rendimento duma madeira na fabricação de celulose e papel.

Conhecendo o pêso específico de uma madeira (densidade), pode-se calcular o pêso da unidade de volume. No Açacu varia o pêso específico de 0,360 a 0,500 na madeira sêca ao ar. A amplitude dessa oscilação é bastante larga. A causa pode ser explicada pela "histometria quantitativa". A madeira de Açacu pode conter ou não amilo de reserva localizado nos raios medulares e no parênquima. Na amostra examinada, encontramos aproximadamente 30% do volume dêstes elementos ocupado por amilo. Sendo o pêso específico da amostra examinada de madeira 0,488 e o do amilo 1,5, pode-se calcular o pêso do amilo contido nos raios e no parênquima, cujo volume somado é de 26,05%.

O pêso do amilo contido em ambos os tecidos é de  $26 \times 0,3 \times 1,5 = 11,70$  g.

Portanto, pesam 100cc de madeira sem amilo 48,8 —  $11,70\text{g} = 37,1\text{g}$ , o que corresponde ao pêso específico de 0,371.

Assim a “histometria quantitativa” fornece a explicação da oscilação do peso específico da madeira de Açacu, que é aproximadamente de 20%. Isto corresponde à variação já mencionada do peso específico entre os valores 0,360 e 0,488.

A fim de obter, pelos dados histométricos, uma idéia do teor em celulose, realizamos o seguinte cálculo aproximado. Os raios, mais o parênquima (=26% do volume), devem pesar  $26 \times 0,370 = 9,62\text{g}$  sem amilo e  $9,62\text{g} + 11,70\text{g} = 21,32\text{g}$  com amilo. Isto corresponde ao peso específico de 0,82 do tecido com a reserva amilácea e de 0,37 sem a mesma.

O peso das fibras (67% do volume) é  $67 \times 0,370 = 24,79\text{g}$ . Considerando o peso da madeira constituído pelos dois elementos parenquimatosos =21,32g e as fibras =24,79g e admitindo os vasos sem peso (compare as cavidades enormes nas figuras 4, 5, 6 etc.), chegamos ao peso total aproximado das fibras e dos dois outros elementos =46,11g. Dêste modo, o peso das fibras equivale a 53,7% e o dos dois elementos eliminados no processo fabricatório de celulose a 46,3%. Admitindo um teor de 10% de lignina nas fibras, chegamos a 43,7% de celulose, comparado com os 41% da análise química acima citada. Êstes resultados, além de provarem a utilidade da análise histométrica, demonstram que a madeira de Açacu é aparentemente uma boa matéria prima para a fabricação de celulose e pasta mecânica.

Açacu parece oferecer também vantagens sob o ponto de vista da silvicultura. Pois Record e Hess (1949) citam a ocorrência de associações quase puras de Açacu em Surinam com a extensão de quase 10.000 ha. e com uma produção que pode alcançar 5.000 m<sup>3</sup> por hectare. Dêste modo, a formação de florestas constituídas só por Açacu parece possível.

E' uma árvore de crescimento rápido e por isso de grande produtividade, justificando estudos de plantio no sentido de seu aproveitamento em florestas artificiais.

## BIBLIOGRAFIA

ARENS, K. — Histometria quantitativa de madeiras. Rio de Janeiro, 1957. (I. N. P. A. Botânica: Publicação n.º 4).

GACHOT, R., GALLANT, M. N. and K. P. Mc GRATH — Report on forest development in the Amazon Valley. F. A. O. Report n.º 171, Roma, 1953.

LE COINTE, P. — Árvores e plantas úteis. 2.<sup>a</sup> ed., Edit. Nac., 1947.

METCALFE, C. R. and L. CHALK — Anatomy of the dicotyledons. Oxford, 1950.

RECORD, S. J. and R. W. HESS — Timbers of the new world. New Haven, 1949.

WIESNER, J. V. — Die Rohstoffe des Pflanzenreichs. Leipzig, 1928, vol. II.

## A B S T R A C T

This paper embodies a study of the anatomy and histology of the Açacu wood, (*Hura crepitares* L.) aiming at showing the possibility of its use for the manufacturing of cellulose.

In a previous study, the author Karl Arens presented a method for the determination of the number of histological elements in woods.

In the present one, the authors show the application of that method in the histological study of the Açacu wood.

The Açacu is a tree belonging to the "euphorbiaceae", which is found all over from South Mexico to the Amazonic Region. It generally grows on clayey soils subject to submergence. The tree grows fast and reaches as high as 60 meters and its diameter is frequently longer than three meters. The authors consider it quite possible that the Açacu wood might be used as the raw material for the manufacturing of cellulose and mechanical paste. Therefore, after making a very comprehensive description of the Açacu wood, they give its classification, according to the international classification of woods, such as its vessels, fibers, medullary rays, parenchyma and also its physical characteristics and geographical distribution.

The paper includes also quantitative histological researches of the Açacu wood and compares its cellulose with those from other origins. The authors end by advising the planting of Açacu trees in a big scale, with a view to forming artificial forests, in order to obtain the raw material for the manufacturing of cellulose.

# COMPOSIÇÃO HISTOLÓGICA DE MADEIRA DE AÇACU

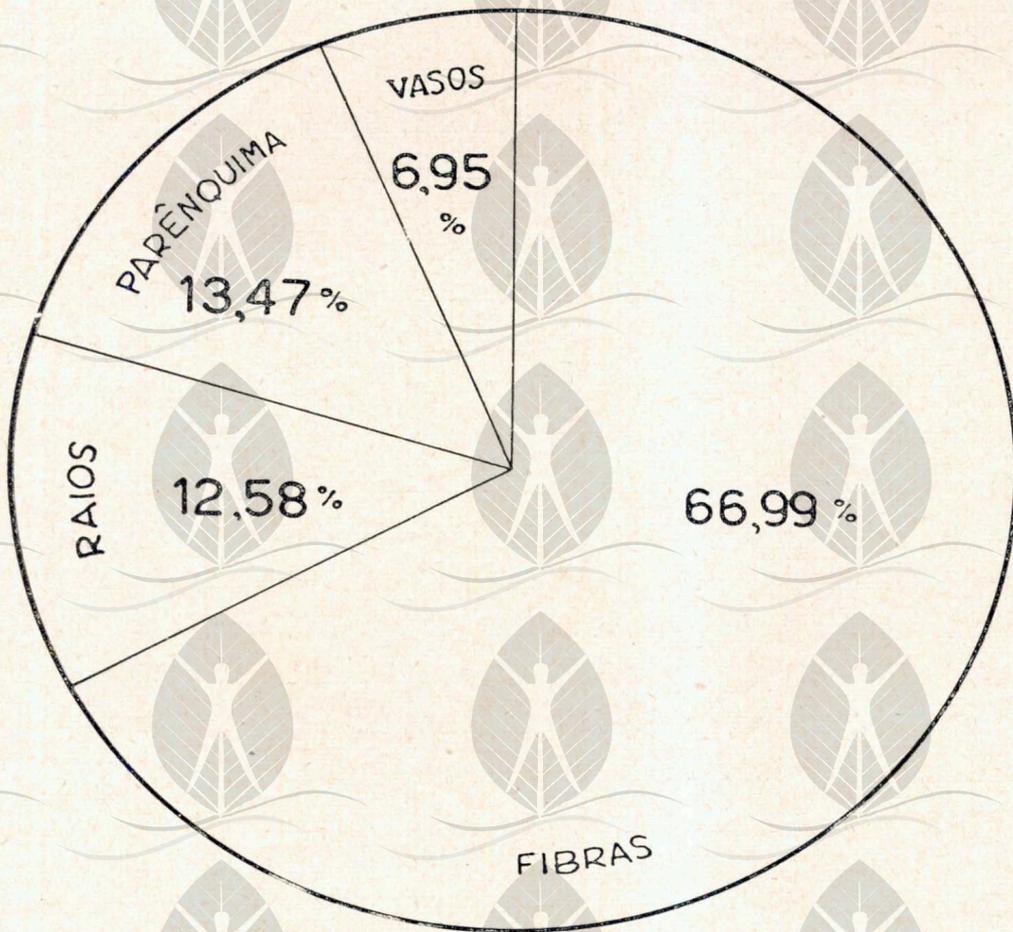


Fig. 1 — Gráfico da composição histológica quantitativa da madeira de Açacu.

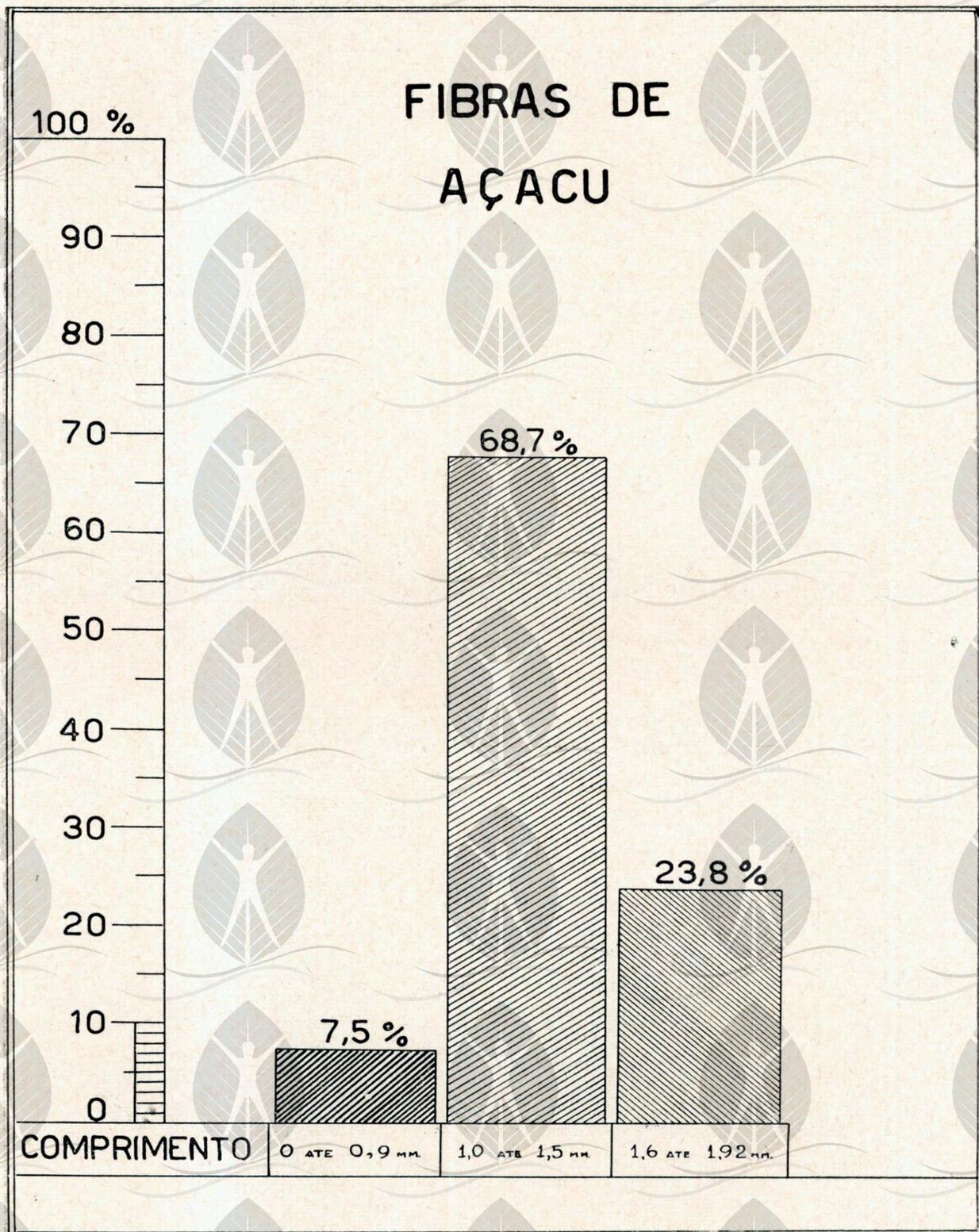


Fig. 2 — Gráfico da distribuição das fibras em três grupos de comprimento.

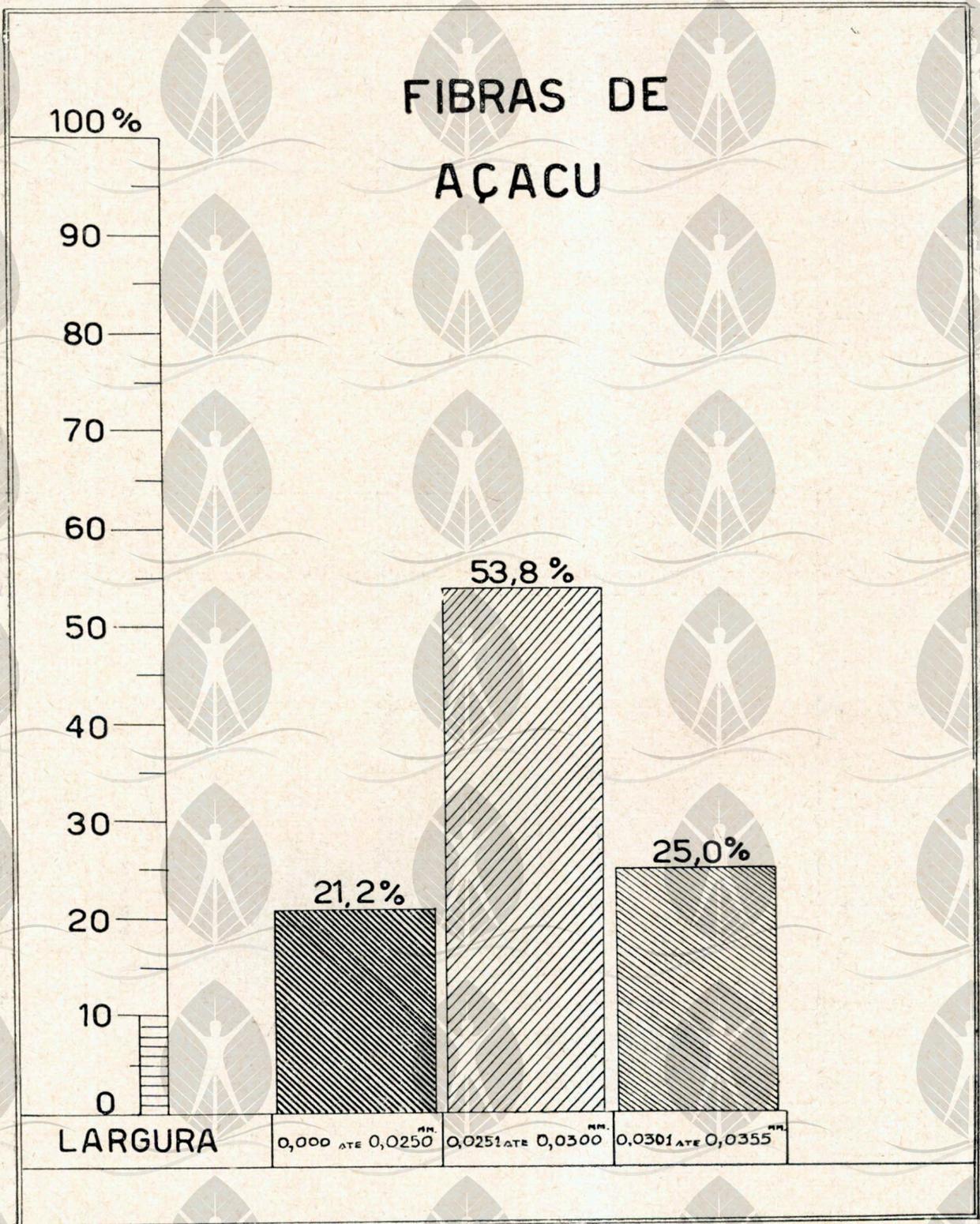


Fig. 3 — Gráfico da distribuição das fibras em três grupos de largura.

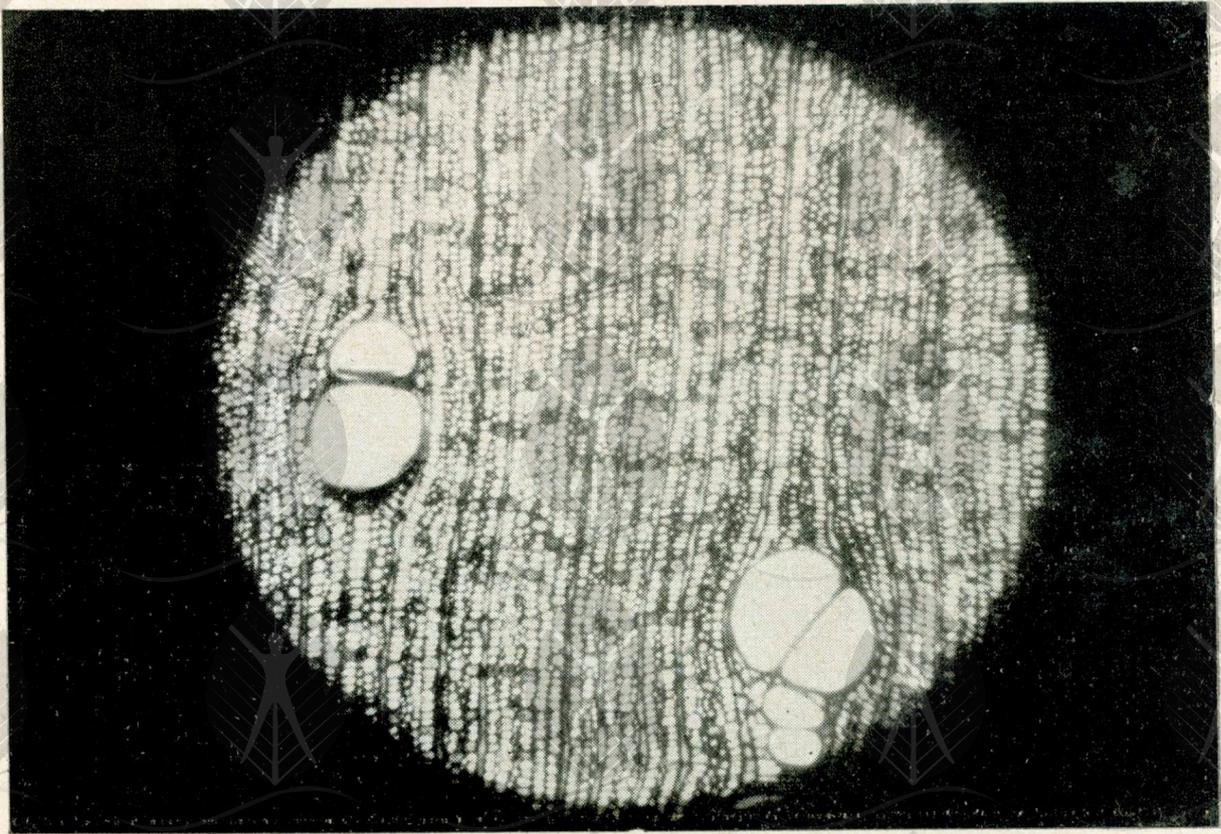


Fig. 4 — Corte transversal mostrando os raios unisseriados, o parênquima difuso etc. Aumento ca 40 x.

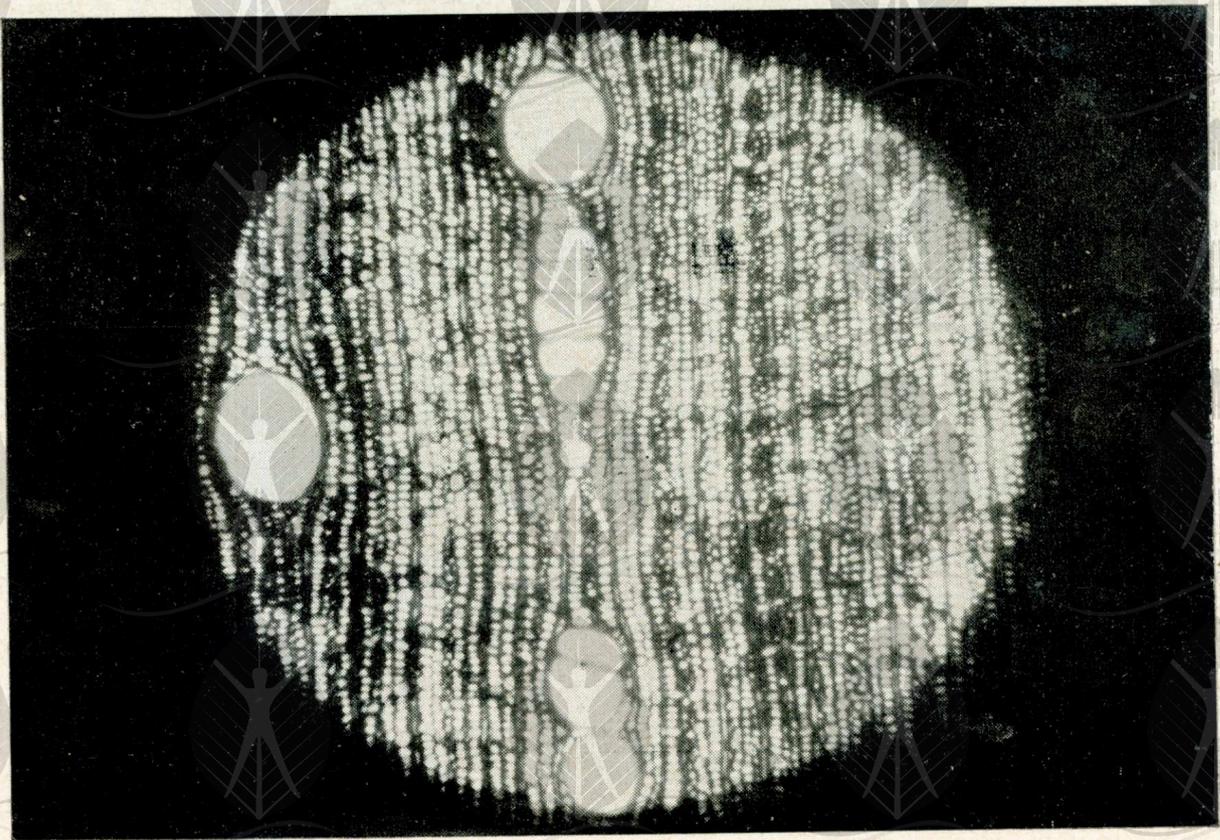


Fig. 5 — Corte transversal com vasos em fileiras radiais etc. Aumento ca 40 x.

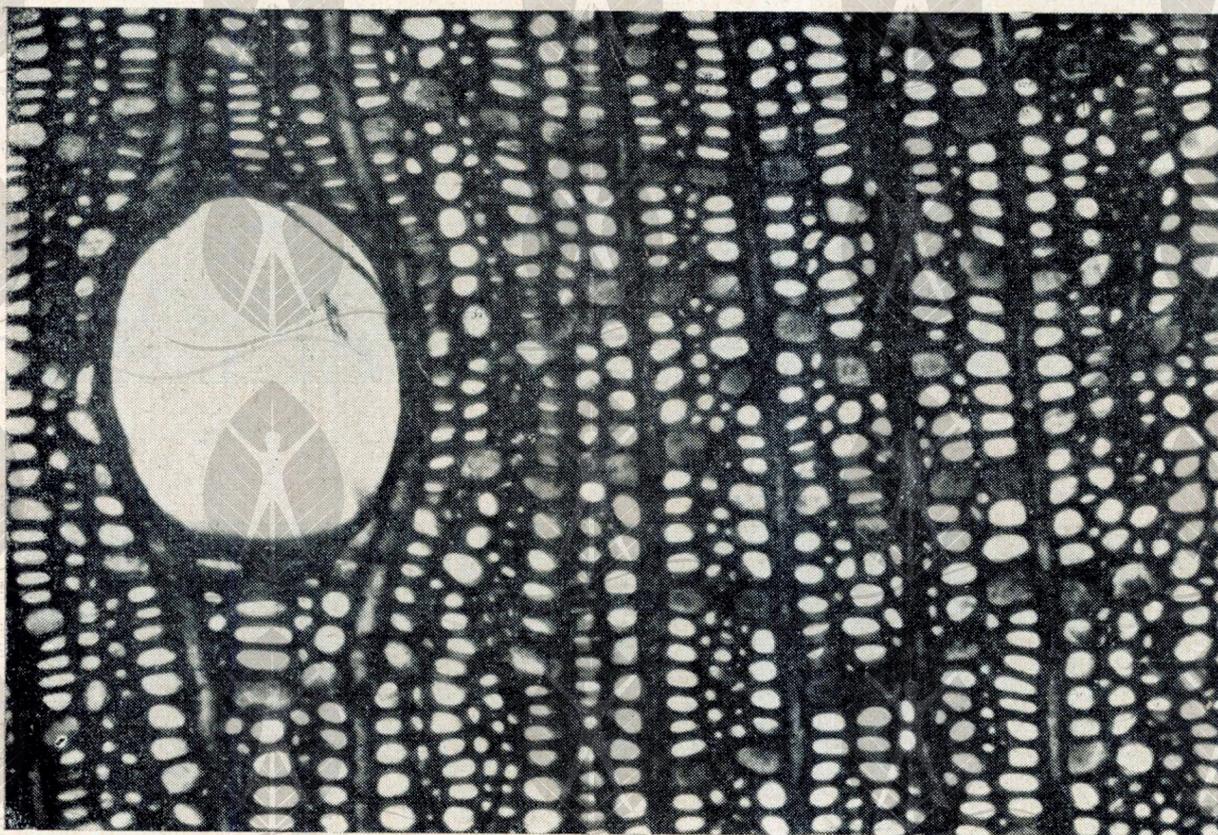


Fig. 6 — Corte transversal mostrando o parênquima com conteúdo escuro pela hematoxilina seg. Delafield. Aumento ca 100 x.

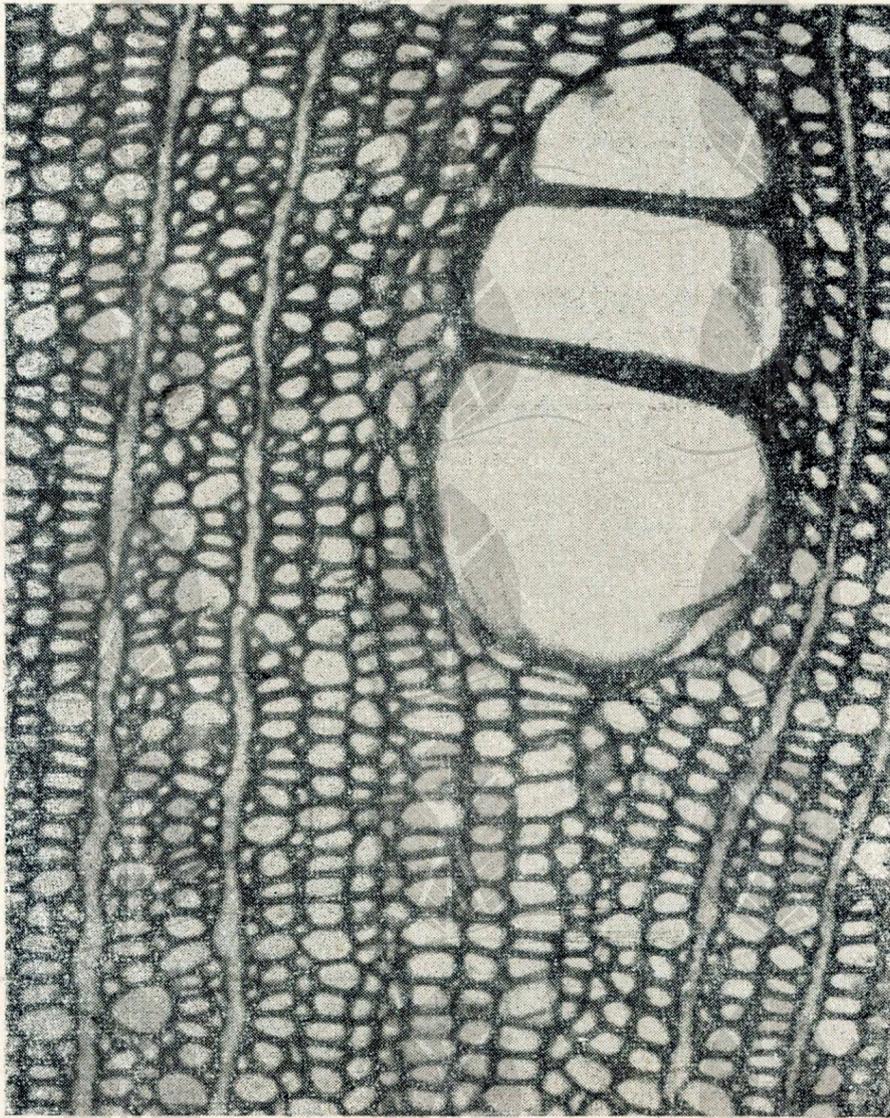


Fig. 7 — Corte transversal mostrando as fibras “marginais” e “centrais” por entre os raios medulares. Aumento ca 100 x.

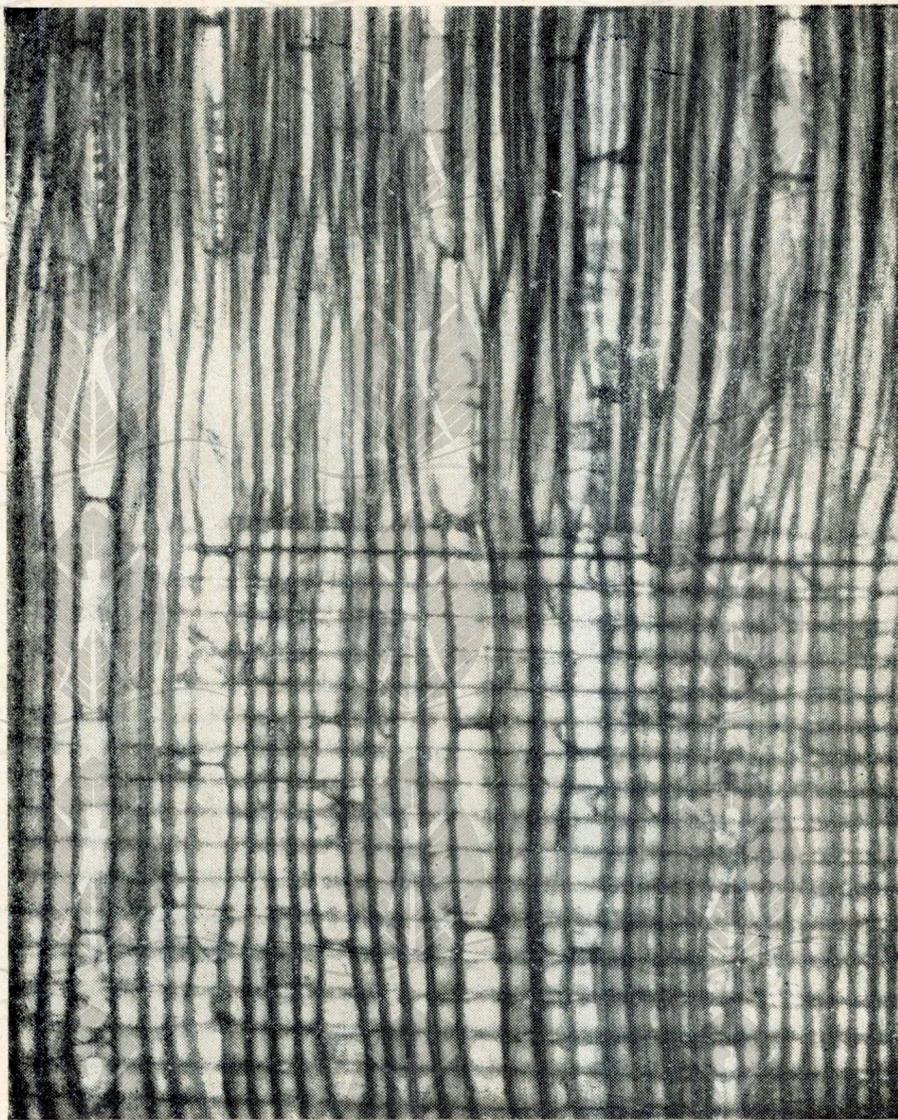


Fig. 8 — Corte radial com cristais no parênquima etc. Aumento ca 100 x.



Fig. 9 — Corte tangencial; vaso com pontuações aureoladas. Aumento ca 100 x.



Fig. 10 — Madeira macerada pela solução de Jeffrey. Aumento ca 40 x.



Fig. 11 — Madeira macerada pela solução de Jeffrey. Aumento ca 40 x.

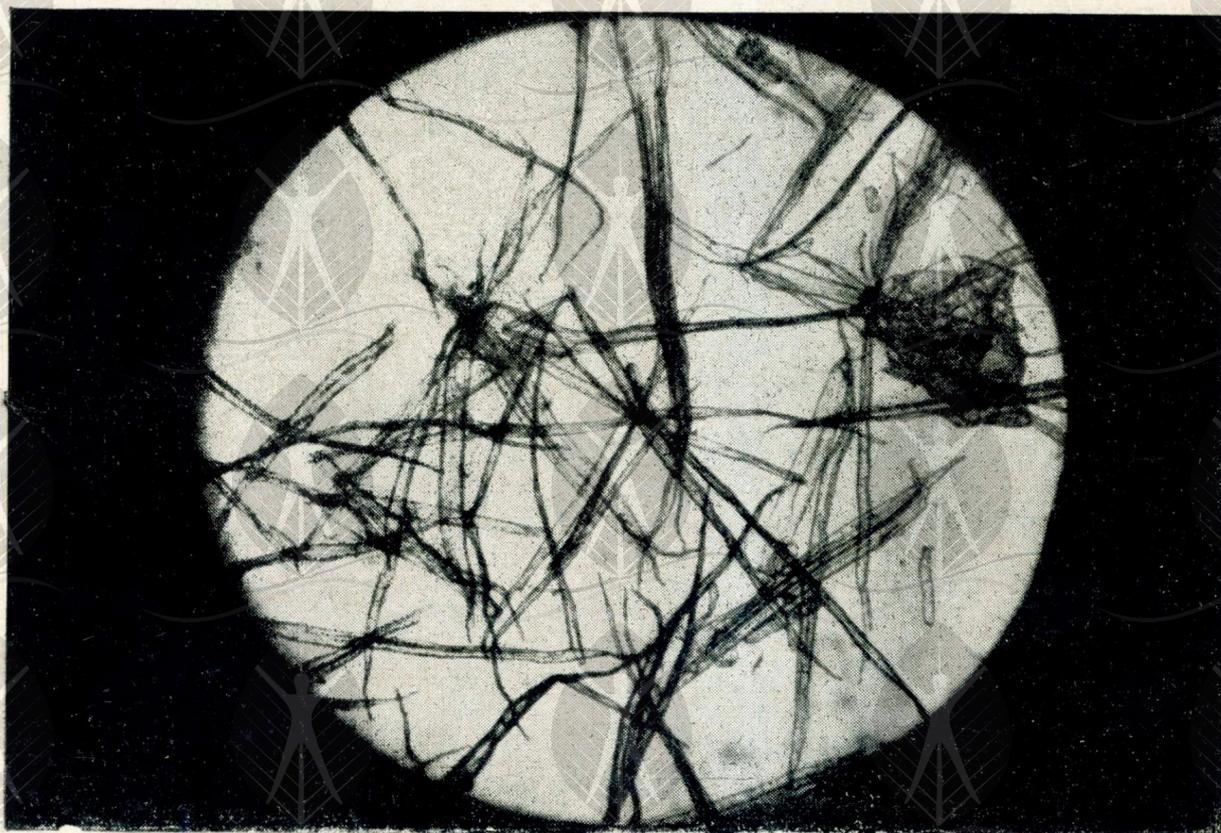


Fig. 12 — Celulose (Inst. Tecnol. S. Paulo). Aumento ca 40 x.

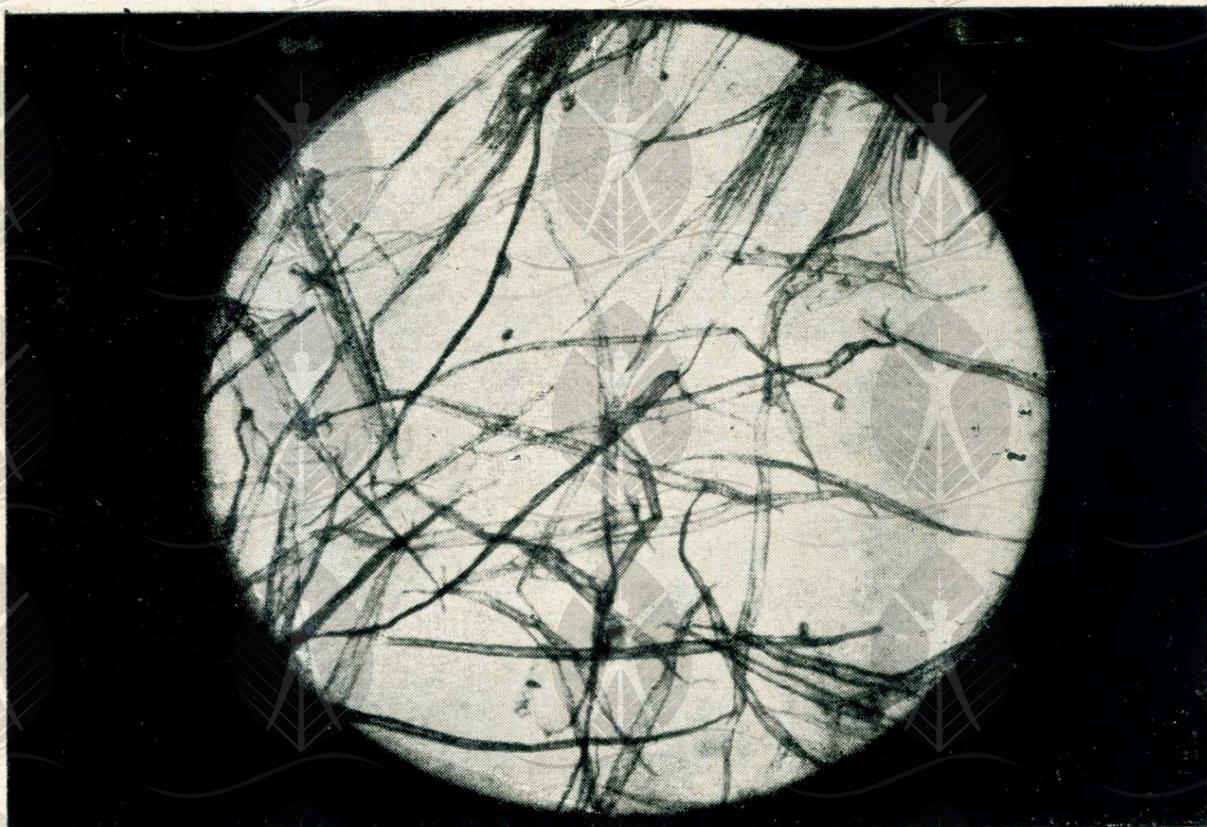


Fig. 13 — Celulose (Inst. Tecnol. S. Paulo). Aumento ca 40 x.



---

Compositora Gráfica LUX Ltda. - Rua Frei Caneca, 224 — Fone: 32-6345 - Rio

1521  
crisp.

PEDE-SE PERMUTA

ON PRIE L'ÉCHANGE

SE SOLICITA EL CANGE

SI PREGA L'INTERCAMBIO

EXCHANGE IS WANTED

MAN BITTET UM AUSTAUSCH



## AVISO

A disponibilização (gratuita) deste acervo, tem por objetivo preservar a memória e difundir a cultura do Estado do Amazonas. O uso destes documentos é apenas para uso privado (pessoal), sendo vetada a sua venda, reprodução ou cópia não autorizada. (Lei de Direitos Autorais - [Lei nº 9.610/98](#)). Lembramos, que este material pertence aos acervos das bibliotecas que compõem a rede de bibliotecas públicas do Estado do Amazonas.

EMAIL: [ACERVODIGITALSEC@GMAIL.COM](mailto:ACERVODIGITALSEC@GMAIL.COM)

Secretaria de  
**Estado de Cultura**



CENTRO CULTURAL DOS  
POVOS DA AMAZÔNIA