

**POSSIBILIDADES PAPELEIRAS DE ALGUMAS ESPÉCIES
DA REGIÃO AMAZÔNICA**

S U M Á R I O

	p.
1 — INTRODUÇÃO	35
2 — MATERIAL E MÉTODOS	36
2.1 — MATERIAL	36
2.1.1 — Espécies estudadas	37
2.2 — MÉTODOS	39
2.2.1 — Análises químicas e características métricas das fi- bras	39
2.2.2 — Obtenção das polpas	39
2.2.3 — Branqueamento	40
2.2.3.1 — Cloração	40
2.2.3.2 — Extração alcalina	40
2.2.3.3 — Hipocloração	40
3 — RESULTADOS	41
3.1 — DIMENSIONAMENTO DAS FIBRAS	41
3.2 — HISTOGRAMAS	46
3.3 — CLASSIFICAÇÃO DAS FIBRAS QUANTO AO COM- PRIMENTO	53
3.4 — ANÁLISES QUÍMICAS	60
3.5 — PASTA NÃO BRANQUEADA	61
3.6 — ENSAIOS FÍSICO-MECÂNICOS	63
3.7 — PASTA BRANQUEADA	66
3.8 — ENSAIOS FÍSICO-MECÂNICOS	67
4 — DISCUSSÃO E CONCLUSÕES	67
4.1 — DIMENSIONAMENTO DAS FIBRAS	67
4.2 — ANÁLISES QUÍMICAS	68
4.3 — PASTAS NÃO BRANQUEADAS	69
4.4 — ENSAIOS FÍSICO-MECÂNICOS DAS PASTAS NÃO BRANQUEADAS	69
4.5 — PASTAS BRANQUEADAS	69
4.6 — ENSAIOS FÍSICO-MECÂNICOS DAS PASTAS BRAN- QUEADAS	70
4.7 — CONCLUSÕES FINAIS	70
5 — ANEXOS	72
6 — FONTES CONSULTADAS	78

CDD : 634.98309811

CDU : 634.0.8(81-17)(045)

Possibilidades Papeleiras de algumas espécies da Região Amazônica¹

Célio Francisco Marques de Melo

Pesquisador da EMBRAPA.

Prof. da Faculdade de Ciências

Agrárias do Pará (FCAP)

Sérgio de Mello Alves

Pesquisador da EMBRAPA.

SINOPSE: — Visando a obtenção de subsídios à Indústria Brasileira de Celulose e Papel foram estudadas as madeiras *Abiuucubarana* (*Syzygiopsis oppositifolia* Ducke); *Anani* (*Symphonia globulifera* L. F.); *Andiroba* (*Carapa guianensis* Aubl); *Cheru* (*Allantoma lineata* (Berg) Miers); *Mangabarana* (*Micropholis guianensis* (A.D.C.) Pierre); *Paricá* (*Schizolobium amazonicum* Hub) e *Pau de balsa* (*Ochroma lagopus* SW). Concluiu-se que, reunindo excelentes características, as espécies *Cheru*, *Andiroba*, *Pau de balsa* e *Paricá* poderão ser utilizadas na fabricação de polpas para papel, isoladamente ou em misturas, enquanto que, a aplicação das outras espécies estudadas, deverá ser efetuada, apenas, em misturas com outras espécies.

1 — INTRODUÇÃO

A escassez de polpas para papel, quer no mercado nacional como no mercado internacional, vem motivando o IPEAN, há algum tempo, a desenvolver pesquisas com espécies latifoliadas da floresta amazônica, na tentativa de conhecer e divulgar novas matérias primas à indústria papeleira.

¹ Apresentado no I Congresso Brasileiro de Florestas Tropicais, Viçosa-MG, 21-25 de outubro de 1974.

Assim é que, recentemente, foram concluídos e publicados alguns trabalhos com espécies amazônicas, obtendo-se bons resultados (v. 6-12,-13,-14).

O Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia estudou essências ocorrentes na Amazônia Ocidental obtendo, também, bons resultados (v. 6-16). Em 1957, o Instituto Nacional de Tecnologia, do Rio de Janeiro, publicou um trabalho com 27 espécies de madeiras da Amazônia (v. 6-17) e, com a mesma finalidade, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas da Universidade de São Paulo, estudou, em "Pastas Celulósicas de Madeiras da Amazônia", mais 12 espécies (v. 6-18).

Como pode ser observado, o interesse no estudo papelero da Floresta Tropical Úmida não é novo e, isso, pode ser facilmente explicado, uma vez que as espécies latifoliadas da Amazônia, representam cerca de 45% da reserva florestal do mundo.

No presente trabalho mais sete madeiras são estudadas visando a obtenção de novas fontes de celulose para papel.

2 — MATERIAL E MÉTODOS

2.1 — MATERIAL

Com exceção do Paricá que foi identificado e fornecido pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), as demais espécies foram identificadas e coletadas pela Seção de Botânica do IPEAN.

Após secagem em estufa elétrica com circulação de ar quente, à temperatura de $40 \pm 5^{\circ}\text{C}$, o material foi transformado em cavacos de aproximadamente $0,5 \times 2,0 \times 2,5$ cm, sendo uma parte reservada para as análises químicas, após Trituração e Tamização em peneiras de 40 e 60 mesh.

Para o branqueamento foram selecionadas polpas que apresentaram baixo número de permanganato uma vez que, economicamente, no Brasil, a eliminação da Lignina da polpa pelo processo de cozimento é mais vantajosa do que através da utilização de Cloro (v. 6-1).

2.1.1 — Espécies estudadas



As seguintes espécies são estudadas :

ABIUUCUUBARANA — **Syzygiopsis oppositifolia** Ducke — Árvore mediana até grande. Madeira pesada, de crescimento lento. Encontrada, principalmente, em mata de terra firme em Belém, zona Bragantina, Rio Jari, Mosqueiro, Rodovia Belém-Brasília, Rio Tapajós (Fordlândia) e Rio Trombetas (v. 6-7).

ANANI — **Symphonia globulífera** L.F. — Árvore de porte médio, largamente distribuída em toda a Amazônia. Madeira moderadamente pesada (0,65 a 0,75 g/cm³); cerne beje rosado ou médio claro uniforme; alburno beje bem claro, um tanto destacado do cerne; superfície lisa, pouco lustrosa; grã direita; textura média; sabor e gostos indistintos (v. 6-2).

Le Cointe (v. 6-3) refere-se ao Anani como : árvore notável pelas suas flores escarlatas muito abundantes e pelas suas sapupemas em forma de joelhos. Habita nos igapós, em toda a Amazônia. Madeira amarelada, tenra, de boa conservação n'água e na terra úmida; própria para tanoaria, marcenaria, moldura, $D = 0,54 \text{ g/cm}^3$. Todas as partes da árvore dão um látex resinoso amarelo, virando ao preto quando seca. Madeira aproveitável para a fabricação de papel.

Em Amazônia — Oportunidade de Industrialização (v. 6-4), o Anani é referido como madeira ocorrente na Floresta Tipo Flanco I Baixo, com 7,42 m³/ha, de peso específico, com 15% de umidade, de 0,90 t/m³.

ANDIROBA — **Carapa guianensis** Aubl — Árvore grande, de crescimento rápido até 30m de altura, de casca grossa e amarga.

Madeira moderadamente pesada (0,68 a 0,75 g/cm³); cerne vermelho escuro brilhante; alburno castanho pálido ou palha; lustre frequentemente baixo; grã regular; textura um tanto grosseira; cheiro e gosto indistintos (v. 6-2).

Le Cointe, em A Amazônia Brasileira (v. 6-3) descreve a Andiroba como : madeira castanho vermelho brilhante, pa-

recida com o cedro, porém mais compacta, pesada e de qualidade superior. Habita nas várzeas e nos igapós; muito frequente no litoral norte do Estado do Pará; produz sementes oleaginosas com cerca de 63% em óleo.

Heinsdijk (v. 6-5) descreve a Andiroba como árvore de várzea porém encontrada em número regularmente grande no topo do planalto.

Segundo Pitt (v. 6-6) a Andiroba não é madeira tão boa quanto o mogno ou cedro, parecendo ser um pouco mais tolerante e fácil de estabelecer.

CHERU — **Allantoma lineata** (Berg) Miers — Madeira branco róseo, empregada na fabricação de caixotaria. Habita nos igapós das margens, na região do estuário. Pode ser encontrada em Belém, Região Bragantina, Ilhas e Estuário do Amazonas.

Nas margens dos canais de Breves e nos Igapós de Utinga nota-se a folhagem nova, de bonita cor castanho-violáceo (abril) (v. 6-3).

MANGABARANA — **Micropholis guianensis** (A. DC) Pierre — Árvore média com látex branco. Ocorre em toda a Amazônia incluindo os territórios, principalmente, em terra firme ocorre, ocasionalmente, também nas várzeas, chegando até as Guianas e Norte de Mato Grosso (v. 6-7).

PARICÁ — **Schizolobium amazonicum** Hub — Árvore grande da mata Primária e Secundária da terra firme e várzea alta; de crescimento excessivamente rápido; quando nova o tronco é bonito, bem verde. Madeira branca, mole, leve. Encontrada no Estado do Pará em Altamira, Monte Alegre, Rio Tapajós, Rio Branco de Óbidos (v. 6-8).

PAU DE BALSA — **Ochroma lagopus** SW — Árvore bastante alta, de crescimento rápido, larga copa, e fuste até 1m de diâmetro. Comum na metade ocidental do Estado do Amazonas e no rio Tiquié no alto do rio Negro; em Belterra no Estado do Pará. Habita na margem inundável dos rios e igapós.

Madeira muito leve (0,20 a 0,35 g/cm³); cerne castanho pálido ou avermelhado; alborno quase branco palha com manchas acinzentadas ou róseas; grã direita; textura fina; insípida e inodora, aveludada ao tato; lustre um tanto elevado parênquima quase constitui todo o tecido lenhoso, formado de células muito pequenas; utilizada na fabricação de brinquedos, isolantes térmicos, forros de tetos e balsas.

2.2 — MÉTODOS

2.2.1 — Análises químicas e características métricas das fibras

Para as análises químicas foram empregados os métodos preconizados pela Technical Association of the Pulp and Paper Industry (TAPPI) (v. 6-9) e pela Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel (ABCP) (v. 6-10). Constantes de: Voláteis a 105°C; Resíduo Mineral Fixo a 600°C; Lignina; Celulose Cross e Bevan; Pentosanas; Solubilidade em água fria, água quente e hidróxido de sódio a 1% e Extrato Alcool/Benzol.

O exame micrográfico foi realizado tomando-se amostras de polpas após os cozimentos. Cem determinações de comprimento e cinqüenta determinações de larguras e lúmen foram procedidas, determinando-se os valores mínimos, médios e máximos e calculando-se o coeficiente de variação, o desvio padrão, o comprimento relativo (relação entre o comprimento e a largura da fibra) e o coeficiente de flexibilidade (relação entre o lúmen e a largura da fibra).

2.2.2 — Obtenção das polpas

Na obtenção das polpas o processo alcalino soda-enxofre foi escolhido por independe de selecionamento de madeiras, além de ser altamente econômico e produzir polpas de elevada resistência e fácil branqueamento (v. 6-11).

Nos cozimentos foi utilizado um autoclave giratório com capacidade de 20 litros, dotado de aquecimento indireto e controlado com regulador térmico automático.

As polpas assim obtidas foram lavadas, depuradas em classificador de fibras BH 6/12 (Tipo Brecht Holl) munido de peneira de 0,3mm, secadas ao ar, refinadas a uma consistência de 6% a diferentes ρ SR em moinho JK/6 (Tipo Jokro) e finalmente transformadas em papel em formador de folhas FSS/2 (Tipo Koethen Rapid), com gramatura aproximada de 60 g/m².

2.2.3 — Branqueamento

Para o branqueamento das polpas cruas foi utilizado o processo em três (3) etapas por ser o mais indicado para polpas sulfato (v. 6-11).

2.2.3.1 — Cloração

Empregou-se água de cloro obtida através da passagem de gás cloro em água, nas seguintes condições :

Cloro %	— 35 x NP
Consistência	— 4%
Tempo	— 30 minutos
Temperatura	— ambiente

2.2.3.2 — Extração alcalina

As condições de trabalho utilizadas na extração alcalina foram :

Soda aplicada	— 1,5%
Consistência	— 6%
Tempo	— 60 minutos
Temperatura	— 50°C

2.2.3.3 — Hipocloração

Com a finalidade de eliminar corantes e cloroligninas residuais foram aplicados 30% de Hipoclorito de Sódio sobre o NP das pastas durante 120 minutos, à temperatura de 50°C e consistência da polpa de 6%. O pH final foi mantido acima de 9 através da adição, quando necessária, de carbonato de sódio.

Após as lavagens necessárias, as polpas foram secadas ao ar, refinadas a diferentes ³SR e finalmente retiradas as folhas, com gramatura aproximada de 60 g/m².

3 — RESULTADOS

3.1 — DIMENSIONAMENTO DAS FIBRAS (*)

As medições de comprimento, largura, lúmen e parede (espessura), são reunidas nos quadros 1 a 7. O quadro 8 agrupa a distribuição percentual das fibras quanto ao comprimento e largura; classificação da parede das fibras quanto a espessura; comprimento relativo e coeficiente de flexibilidade das diferentes espécies estudadas.

Quadro 1 — FICHA BIOMÉTRICA DAS FIBRAS DE ABIUUCUUBARANA

Especificação	Máximo (micra)	Médio (micra)	Mínimo (micra)	Desvio Padrão	C.V. %
Comprimento	1.740	1.230,7	850	± 182,6	14,83
Largura	33,6	24,6	19,2	± 2,75	11,19
Lúmen	19,2	11,8	7,2	± 2,66	22,62
Espessura da parede	—	6,4	—	—	—
Relação Comp/largura (CR)	—	50,0	—	—	—
Relação Lúmen/lar- gura (CF)	—	0,48	—	—	—

(*) Colaboração prestada pela Quím. Ind. Maria das Graças Araújo Bichara

Quadro 2 — Ficha Biométrica das Fibras de Anani

Especificação	Máximo (micra)	Médio (micra)	Mínimo (micra)	Desvio Padrão	C. V. %
Comprimento	2.490	1.785,6	880	± 274,6	15,37
Largura	31,2	19,9	12,0	± 2,97	14,90
Lúmen	19,2	9,3	2,4	± 2,92	31,46
Espessura da parede	—	5,3	—	—	—
Relação Comp/largura (CR)	—	88,7	—	—	—
Relação Lúmen/lar- gura (CF)	—	0,47	—	—	—

Quadro 3 — Ficha Biométrica das Fibras de Andiroba

Especificação	Máximo (micra)	Médio (micra)	Mínimo (micra)	Desvio Padrão	C. V. %
Comprimento	2.030	1.281,6	490	± 285,4	22,26
Largura	28,8	19,0	12,0	± 3,67	19,27
Lúmen	21,6	13,7	4,8	± 3,90	28,42
Espessura da parede	—	2,6	—	—	—
Relação Comp/largura (CR)	—	67,5	—	—	—
Relação Lúmen/lar- gura (CF)	—	0,72	—	—	—

Quadro 4 — Ficha Biométrica das Fibras de Cheru

Especificação	Máximo (micra)	Médio (micra)	Mínimo (micra)	Desvio Padrão	C. V. %
Comprimento	2.480	1.755,3	1.160	± 279,2	15,91
Largura	28,8	20,3	12,0	± 3,60	18,00
Lúmen	21,6	13,9	7,2	± 4,14	29,80
Espessura da parede	—	3,0	—	—	—
Relação Comp/largura (CR)	—	87,8	—	—	—
Relação Lúmen/lar- gura (CF)	—	0,69	—	—	—

Quadro 5 — Ficha Biométrica das Fibras de Mangabarana

Especificação	Máximo (micra)	Médio (micra)	Mínimo (micra)	Desvio Padrão	C. V. %
Comprimento	1.660	1.234,9	690	± 236,7	19,16
Largura	28,8	19,9	14,4	± 2,80	14,07
Lúmen	21,6	11,0	4,8	± 3,42	30,98
Espessura da parede	—	4,4	—	—	—
Relação Comp/largura (CR)	—	62,0	—	—	—
Relação Lúmen/lar- gura (CF)	—	0,55	—	—	—

Quadro 6 — Ficha Biométrica das Fibras de Paricá

Especificação	Máximo (micra)	Médio (micra)	Mínimo (micra)	Desvio Padrão	C. V. %
Comprimento	1.760	1.340,8	790	± 210,2	15,67
Largura	55,2	40,0	26,4	± 6,8	17,00
Lúmen	50,4	34,9	19,2	± 7,7	22,06
Espessura da parede	—	2,5	—	—	—
Relação Comp/largura (CR)	—	33,5	—	—	—
Relação Lúmen/lar- gura (CF)	—	0,87	—	—	—

Quadro 7 — Ficha Biométrica das Fibras de Pau de Balsa

Especificação	Máximo (micra)	Médio (micra)	Mínimo (micra)	Desvio Padrão	C. V. %
Comprimento	2.410	1.739,7	890	± 330,5	18,98
Largura	48,0	32,5	19,2	± 6,1	18,76
Lúmen	33,6	17,9	7,2	± 6,14	34,22
Espessura da parede	—	7,3	—	—	—
Relação Comp/largura (CR)	—	53,5	—	—	—
Relação Lúmen/lar- gura (CF)	—	0,55	—	—	—

Quadro 8

Madeiras	Comprimento					Largura			Espessura da parede		C.R.	C.F.
	Extremamente curta %	Muito curta %	Curta %	Longa %	Muito Longa %	Estreitas %	Média %	Largas %	Fina	Médias		
Abiuucuubarana	0	10	84	6	0	20	80	0		x	50,0	0,48
Anani	0	1	13	68	18	76	24	0		x	89,7	0,47
Andiroba	3	12	64	20	1	80	20	0	x		67,5	0,72
Cheru	0	0	20	64	16	70	30	0	x		87,8	0,69
Mangabarana	1	13	74	12	0	88	12	0	x		62,0	0,55
Paricá	0	4	79	17	0	0	46	54	x		33,5	0,87
Pau de balsa	0	2	22	53	23	4	80	16	x		53,5	0,55

C.F. = Coeficiente de Flexibilidade

C.R. = Coeficiente Relativo

3.2 — HISTOGRAMAS

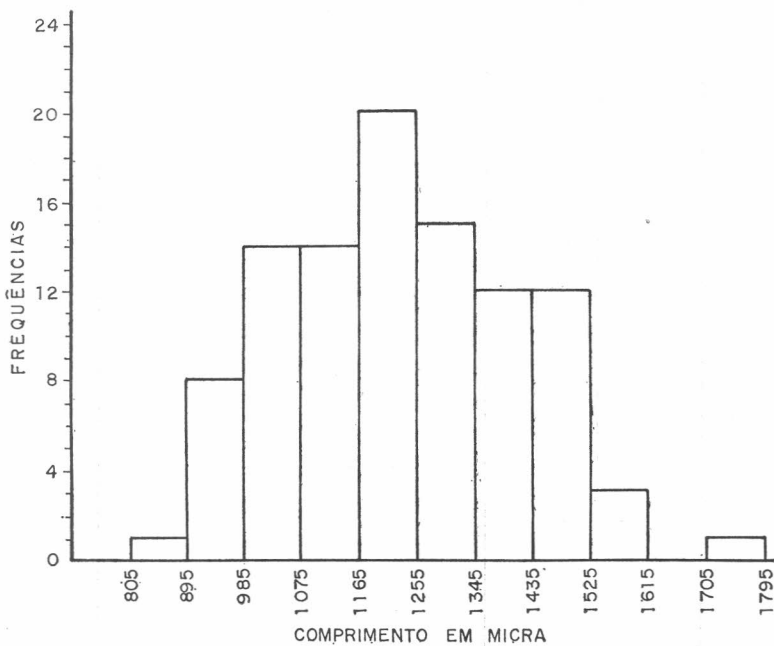
Os histogramas da distribuição do comprimento das fibras foram construídos, formando-se onze (11) grupos para as cem medições efetuadas.

HISTOGRAMA 1

Distribuição de Frequência

Comprimento de Fibras de "Syzygiopsis oppositifolia Ducke"

(Abiuucubarana)

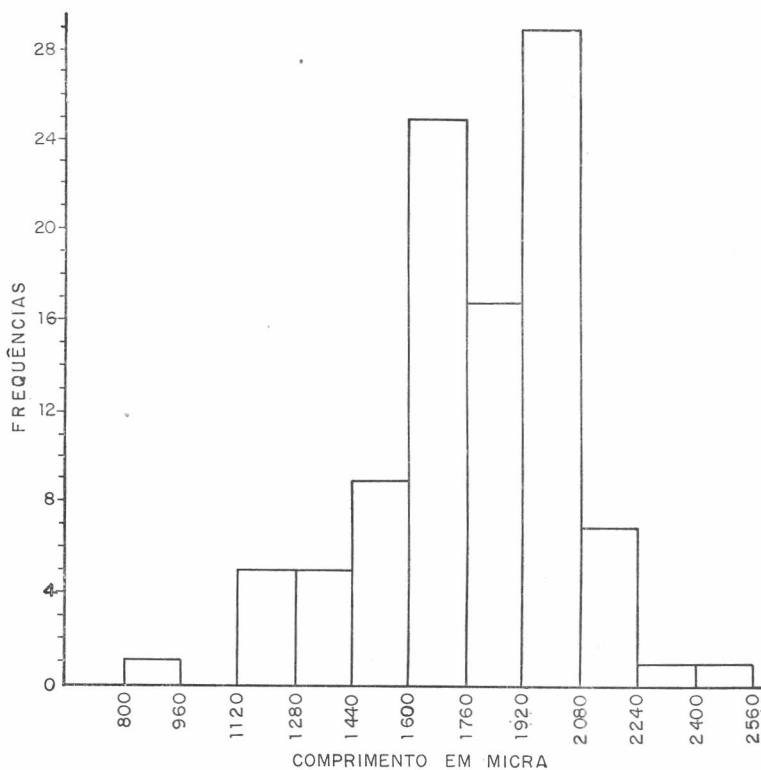


HISTOGRAMA 2

Distribuição de Frequência

Comprimento de Fibras de "Symphonia globulifera L.F"

(Anani)

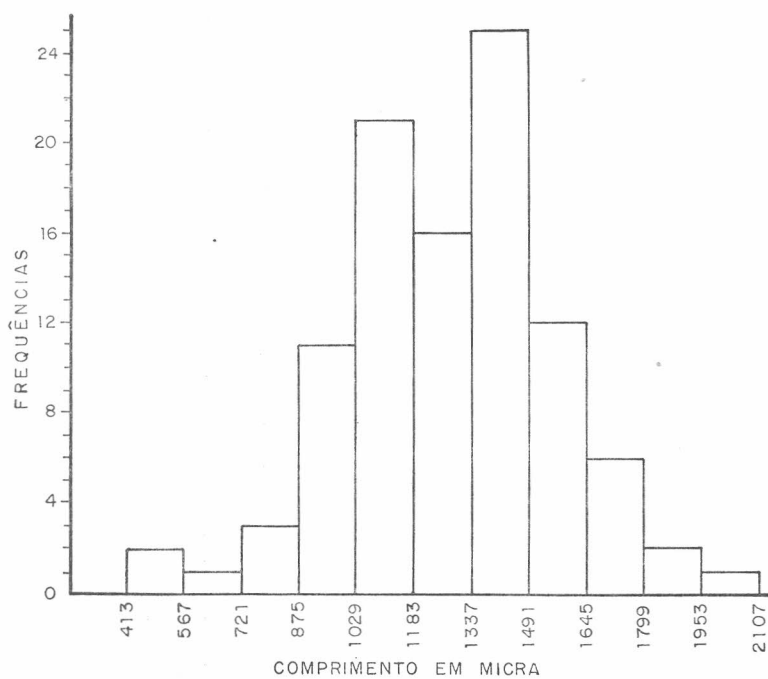


HISTOGRAMA 3

Distribuição de Frequência

Comprimento de Fibras de "Carapa guianensis Aubl"

(Andiroba)

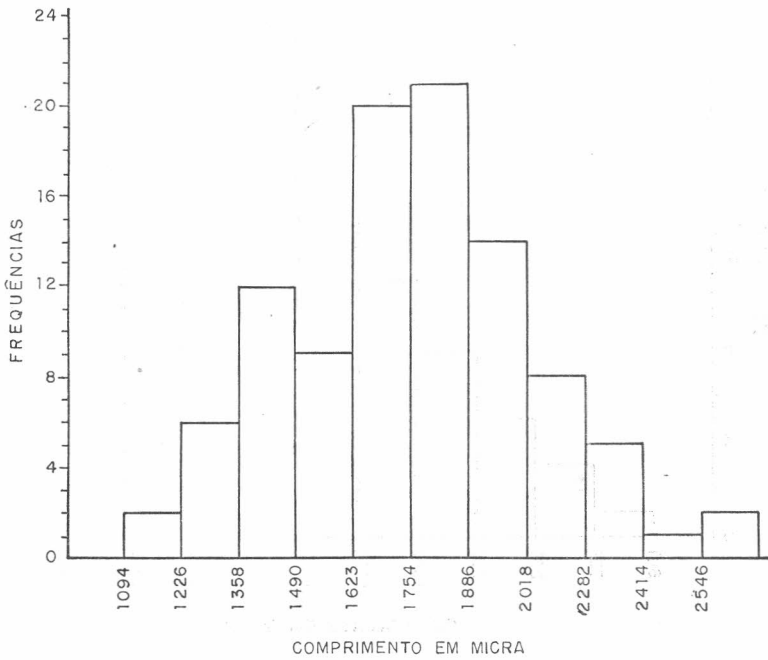


HISTOGRAMA 4

Distribuição de Frequência

Comprimento de Fibras de "Allantoma lineata (Berg) Miers.

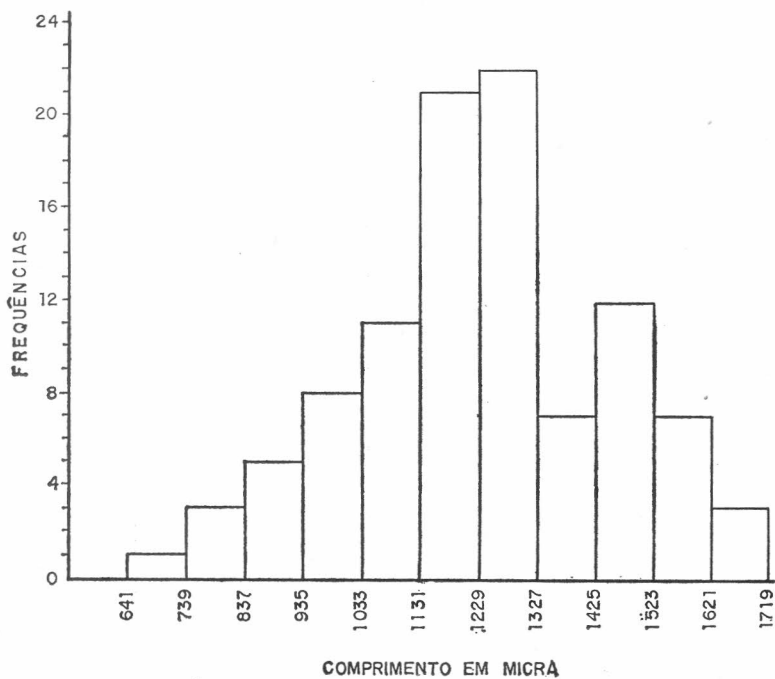
(Cherú)



HISTOGRAMA 5

Distribuição de Frequência

Comprimento de Fibras de "Micropholis guianensis (A.DC) Pierre
(Mangabarana)

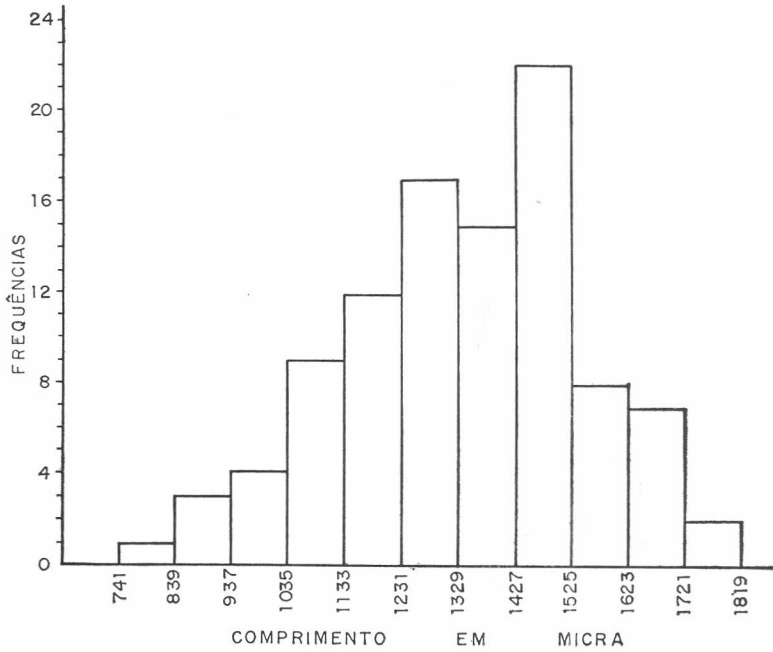


HISTOGRAMA 6

Distribuição de Frequência

Comprimento de fibras de "Schizolobium amazônicum Hub"

(Paricá)

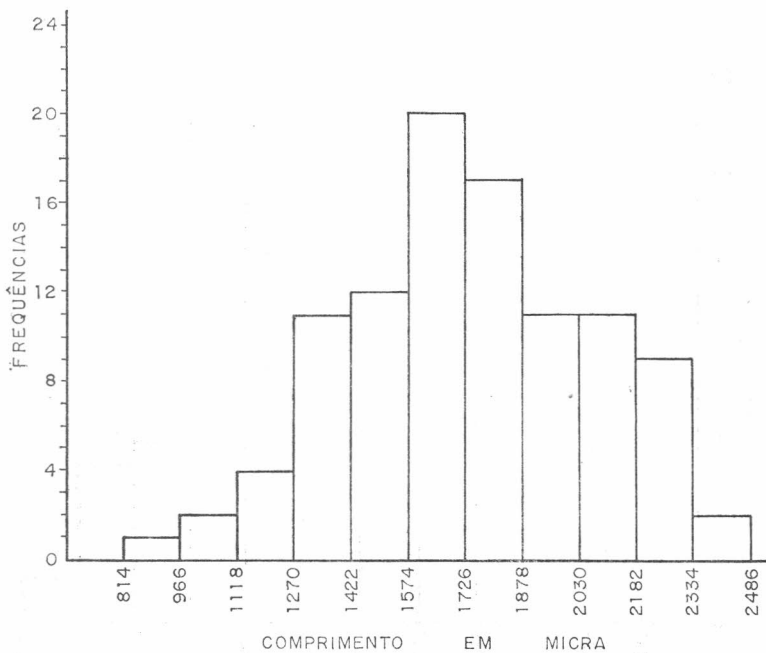


HISTOGRAMA 7

Distribuição de Frequência

Comprimento de fibras de "Ochroma lagopus Sw"

(Pau de Balsa)



3.3 — CLASSIFICAÇÃO DAS FIBRAS QUANTO AO COMPRIMENTO

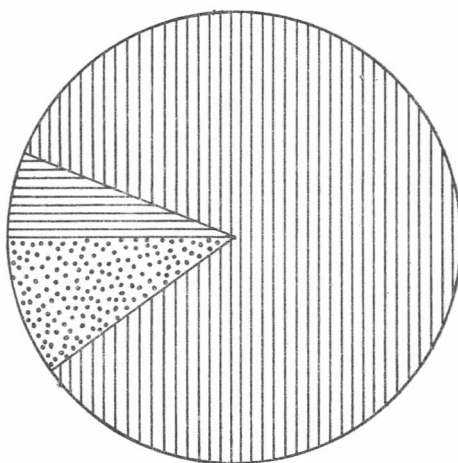
As figuras 1 a 7 reúnem os percentuais das fibras quanto ao comprimento.

FIGURA 1

Classificação das Fibras quanto ao comprimento

"*Syzygiopsis oppositifolia* Ducke"

(Abiuucubarana)



10% — Muito curta (36,0°)

84% — Curta (302,4°)

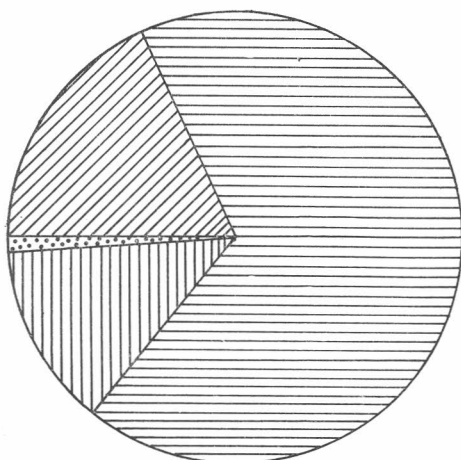
6% — Longa (21,6°)

FIGURA 2

Classificação das Fibras quanto ao comprimento

"Symphonia globulífera L. F"

(Anani)



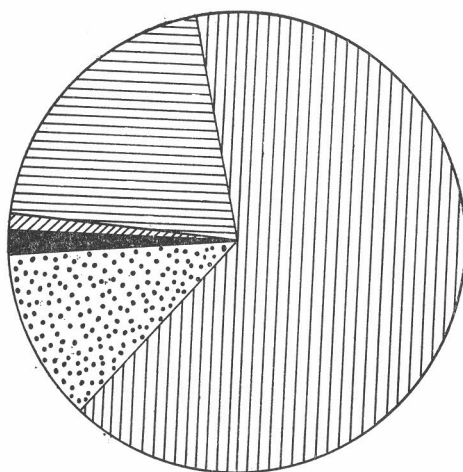
1%	—	Muito curta	(3,6°)
13%	—	Curta	(46,8°)
68%	—	Longa	(244,8°)
18%	—	Muito longa	(64,8°)

FIGURA 3

Classificação das Fibras quanto ao comprimento

"Carapa guianensis Aubl"

(Andiroba)



3%	— Extremamente curta	(10,8°)
12%	— Muito curta	(43,2°)
64%	— Curta	(230,4°)
20%	— Longa	(72,0°)
1%	— Muito longa	(3,6°)

FIGURA 4

Classificação das Fibras quanto ao comprimento

"Allantoma lineata (Berg) Miers.

(Cherú)

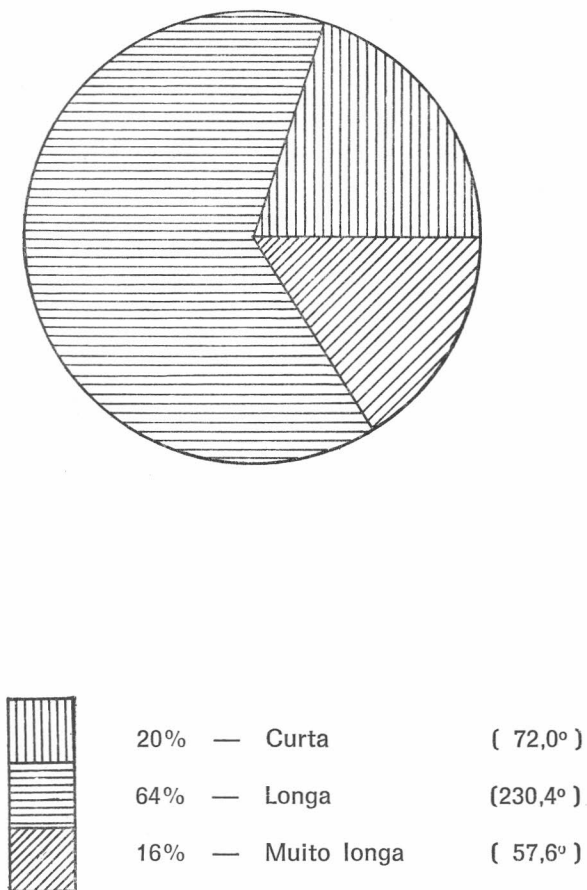
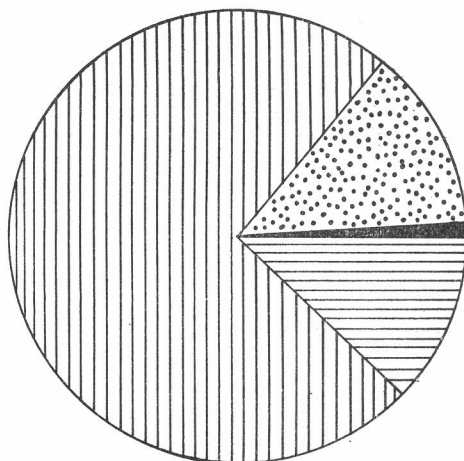


FIGURA 5

Classificação das Fibras quanto ao comprimento

"*Micropholis guianensis* (A.DC) Pierre

(Mangabarana)



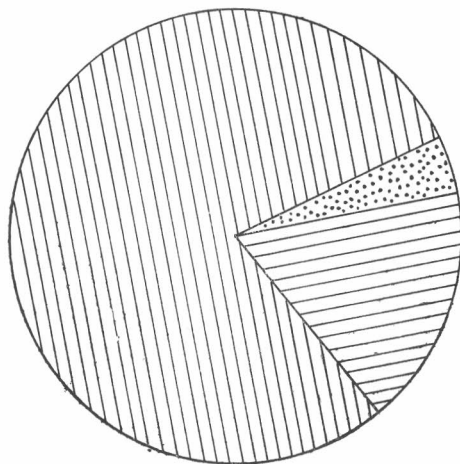
1%	—	Extremamente curta	(3,6°)
13%	—	Muito curta	(46,8°)
74%	—	Curta	(266,4°)
12%	—	Longa	(43,2°)

FIGURA 6

Classificação das Fibras quanto ao comprimento

"Schizolobium amazonicum Hub"

(Paricá)



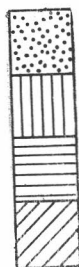
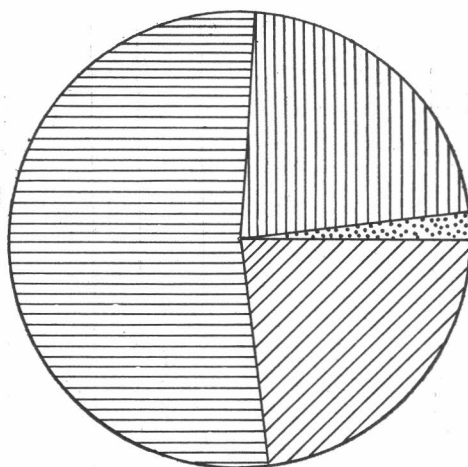
4%	— Muito curta	(14,4°)
79%	— Curta	(284,4°)
17%	— Longa	(61,2°)

FIGURA 7

Classificação das Fibras quanto ao comprimento

"*Ochroma lagopus Sw*"

(Pau de Balsa)



2%	— Muito curta	(7,2°)
22%	— Curta	(79,2°)
53%	— Longa	(190,8°)
23%	— Muito longa	(82,8°)

3.4 — ANÁLISES QUÍMICAS

O quadro 9 agrupa as análises químicas segundo as normas da TAPPI e ABCP

Quadro 9 — ANÁLISES QUÍMICAS

DETERMINAÇÕES	R E S U L T A D O S %						
	Abiuucubarana	Anani	Andiroba	Cheru	Mangaberana	Paricá	Pau de balsa
Resíduo mineral fixo	0,55	0,78	0,50	0,71	0,63	2,00	0,95
Celulose Cross e Bevan	49,00	48,21	51,20	61,22	57,97	49,43	57,69
Lignina	17,62	29,89	30,04	25,19	29,61	34,70	19,88
Pentosanas	20,06	14,54	14,58	14,62	14,50	12,34	18,87
Solubilidades :							
Água fria	8,25	7,88	7,84	2,06	1,57	4,68	4,58
Água quente	8,55	10,32	9,93	3,52	2,27	6,15	9,18
Alcool benzol	6,78	3,36	4,41	1,43	1,87	4,35	2,34
NaOH a 1%	17,68	20,53	19,26	18,35	9,38	10,29	23,74

3.5 — PASTA NÃO BRANQUEADA

Os quadros 10 a 16 reúnem os resultados obtidos, segundo as condições de cozimento.

Quadro 10 — ABIUUCUUBARANA

Coz. n.º	A.A. %	S %	Temp. °C	Tempo min.	Dil. Lix/mad	A.A.R. %	Rejeito %	Rend. %	N.P. —
1	16	25	170	60	4:1	2,04	0,49	43,66	11,19
2	16	25	170	30	4:1	2,10	1,93	44,11	12,34
3	14	25	170	60	4:1	1,60	2,35	41,44	13,06

A.A. = Álcali Ativo A.A.R. = Álcali Ativo Residual
 S. = Sulfidez REND. = Rendimento
 TEMP. = Temperatura N.P. = Número de Permanganato
 DIL. = Diluição Min. = Minuto
 LIX/MAD. = Lixívia/Madeira

Quadro 11 — ANANI

Coz. n.º	A.A. %	S %	Temp. °C	Tempo min.	Dil. Lix/mad	A.A.R. %	Rejeito %	Rend. %	N.P. —
1	16	25	170	60	4:1	2,38	0,54	44,15	10,18
2	16	25	170	30	4:1	3,08	0,58	43,76	10,83
3	14	25	170	60	4:1	1,65	1,82	44,44	12,87
4	14	25	170	30	4:1	1,71	2,30	44,01	13,44

Quadro 12 — ANDIROBA

Coz. n.º	A.A. %	S %	Temp. °C	Tempo min.	Dil. Lix/mad	A.A.R. %	Rejeito %	Rend. %	N.P. —
1	20	25	170	60	4:1	3,37	—	40,92	13,11
2	18	25	170	60	4:1	1,27	—	40,35	13,92
3	16	25	170	60	4:1	0,44	—	41,17	15,72
4	16	25	170	30	4:1	0,74	2,76	42,32	16,64

Quadro 13 — CHERU

Coz. n.º	A.A. %	S %	Temp. °C	Tempo min.	Dil. Lix/mad	A.A.R. %	Rejeito %	Rend. %	N.P. —
1	16	25	170	60	4:1	2,54	0	46,21	12,98
2	16	25	170	30	4:1	2,75	0,20	47,00	13,96
3	14	25	170	60	4:1	1,94	0,12	48,11	15,16
4	14	25	170	30	4:1	2,00	0,28	48,39	16,79
5	12	25	170	60	4:1	1,00	1,17	51,39	21,52
6	12	25	170	30	4:1	1,55	1,32	52,00	22,06

Quadro 14 — MANGABARANA

Coz. n.º	A.A. %	S %	Temp. °C	Tempo min.	Dil. Lix/mad	A.A.R. %	Rejeito %	Rend. %	N.P. —
1	16	25	170	60	4:1	3,66	2,02	45,00	16,44
2	16	25	170	30	4:1	5,27	2,44	45,50	23,18
3	14	25	170	60	4:1	2,96	2,12	46,37	26,49

Quadro 15 — PARICÁ

Coz. n.º	A.A. %	S %	Temp. °C	Tempo min.	Dil. Lix/mad	A.A.R. %	Rejeito %	Rend. %	N.P. —
1	16	25	170	60	5:1	4,82	0,19	49,10	12,19
2	16	25	170	30	5:1	5,30	0,34	49,44	14,93
3	14	25	170	60	5:1	3,94	0,50	49,76	14,39
4	14	25	170	30	5:1	4,26	0,93	49,93	16,62
5	12	25	170	60	5:1	2,25	1,03	51,25	18,56
6	12	25	170	30	5:1	2,89	2,22	50,73	26,19

Quadro 16 — PAU DE BALSÁ

Coz. n.º	A.A. %	S %	Temp. °C	Tempo min.	Dil. Lix/mad	A.A.R. %	Rejeito %	Rend. %	N.P. —
1	16	25	170	60	4:1	2,07	0,40	42,07	12,30
2	16	25	170	30	4:1	3,19	0,49	42,84	13,37
3	14	25	170	60	4:1	1,22	0,57	42,97	14,58
4	14	25	170	30	4:1	1,61	2,96	41,92	18,10

3.6 — ENSAIOS FÍSICO-MECÂNICOS

Os valores de resistência das pastas não branqueadas são vistos nos quadros 17 a 23.

Quadro 17 — ABIUUCUBARANA

Coz. n.º	Tempo de Moagem min	Grau de Moagem °R	Auto Ruptura m	Estouro Kg/cm ²	Rasgo g	Dobras Duplas n.º
1	56	45	6.700	4,20	115	60
2	55	45	6.850	4,00	140	71
3	51	45	7.200	4,00	140	125

Quadro 18 — ANANI

Coz. n.º	Tempo de Moagem min	Grau de Moagem oSR	Auto Ruptura m	Estouro Kg/cm ²	Rasgo g	Dobras Duplas n.º
1	57	45	6.500	3,60	147	59
2	57	45	6.400	3,70	168	53
3	55	45	6.800	3,90	175	76
4	52	45	6.050	3,70	187	68

Quadro 19 — ANDIROBA

Coz. n.º	Tempo de Moagem min	Grau de Moagem oSR	Auto Ruptura m	Estouro Kg/cm ²	Rasgo g	Dobras Duplas n.º
1	75	45	7.750	5,40	133	97
2	75	45	8.200	5,40	156	120
3	75	45	8.800	5,60	155	200
4	65	45	9.200	6,90	175	297

Quadro 20 — CHERU

Coz. n.º	Tempo de Moagem min	Grau de Moagem oSR	Auto Ruptura m	Estouro Kg/cm ²	Rasgo g	Dobras Duplas n.º
1	70	45	8.050	4,70	160	105
2	73	45	7.350	5,00	190	180
3	65	45	8.300	5,50	190	187
4	62	45	8.000	6,00	205	250
5	64	45	7.400	5,00	183	140
6	60	45	7.550	5,30	190	130

Quadro 21 — MANGABARANA

Coz. n.º	Tempo de Moagem min	Grau de Moagem °R	Auto Ruptura m	Estouro Kg/cm²	Rasgo g	Dobras Duplas n.º
1	97	45	5.600	3,20	115	23
2	85	45	5.500	3,20	110	17
3	82	45	5.800	3,50	125	24

Quadro 22 — PARICÁ

Coz. n.º	Tempo de Moagem min	Grau de Moagem °R	Auto Ruptura m	Estouro Kg/cm²	Rasgo g	Dobras Duplas n.º
1	90	45	7.950	5,60	135	546
2	88	45	8.600	5,20	120	250
3	83	45	7.600	5,60	135	170
4	92	45	8.200	5,20	130	160
5	89	45	8.700	5,20	120	230
6	96	45	7.950	5,30	140	380

Quadro 23 — PAU DE BALSA

Coz. n.º	Tempo de Moagem min	Grau de Moagem °R	Auto Ruptura m	Estouro Kg/cm²	Rasgo g	Dobras Duplas n.º
1	46	45	8.200	5,70	100	200
2	52	45	8.200	5,50	120	190
3	55	45	8.500	5,00	110	310
4	45	45	8.600	6,10	130	460

3.7 — PASTA BRANQUEADA

O quadro 24 agrupa os teores de cloro, soda cáustica e hipoclorito de sódio aplicados e consumidos, além do pH, rendimento observado e grau de brancura.

Quadro 24

REFERÊNCIA	CLORAÇÃO		EXTR. ALCALINA		HIPOCLORAÇÃO		pH			Rend. %	Brancura Photovolt
	Cloro Aplic. g	Cloro Consum. g	Soda Aplic. g	Soda Consum. g	Hipo Aplic. g	Hipo Consum. g	Cloração	Estr. Alc.	Hipocloração		
ABIUUCUUBARANA	5,88	4,62	2,25	1,69	5,04	3,00	1,3	11,30	10,40	90,30	79
ANANI	7,05	5,21	2,25	1,85	6,05	4,22	1,4	11,60	9,10	87,93	83
ANDIROBA	8,25	6,61	2,25	1,97	7,07	4,77	1,3	10,90	9,20	88,15	84 ,
CHERU	7,33	6,15	2,25	1,92	6,28	4,57	1,6	11,20	9,50	86,12	88
MANGABARANA	8,63	7,04	2,25	2,07	7,40	6,20	1,4	10,60	9,10	90,96	83
PARICÁ	7,87	4,51	2,25	2,02	6,75	4,47	0,9	10,40	10,40	89,84	75
PAU DE Balsa	7,02	5,77	2,25	2,02	6,02	4,31	1,2	11,50	9,20	85,76	87

Rend. = Rendimento
 Consum. = Consumido
 Alc. = Alcalina

Aplic. = Aplicado
 Extr. = Extração
 Hipo = Hipoclorito

3.8 — ENSAIOS FÍSICO - MECÂNICOS

Os valores de resistência das pastas branqueadas são vistos no quadro 25.

Quadro 25

REFERÊNCIA	Tempo de moagem min.	Grau de moagem oSR	Auto ruptura m	Estouro Kg/cm ²	Rasgo g	Dobras duplas n.º
ABIUUCUUBARANA	22	45	2.300	1,20	30	6
ANANI	13	45	2.400	1,00	33	3
ANDIROBA	9	45	2.830	1,30	35	7
CHERU	12	45	1.700	0,70	17	2
MANGABARANA	17	45	2.200	0,90	25	2
PARICÁ	40	45	4.250	2,40	50	223
PAU DE Balsa	18	45	4.000	1,90	35	48

4 — DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

4.1 — DIMENSIONAMENTO DAS FIBRAS

A resistência ao rasgamento, de um papel, é função direta do comprimento da fibra, do comprimento relativo (Relação entre o comprimento e a largura da fibra) e do peso específico da madeira. Assim, através da observação do quadro n.º 8, pode-se antever boas resistências ao rasgamento para as espécies Anani e Cheru. A Andiroba, embora constituída de 70% de fibras curtas, poderá também apresentar boa resistência ao rasgamento uma vez que possui peso específico relativamente elevado e regular valor para o comprimento relativo. Por outro lado, o Pau de Balsa, constituído de 76% de fibras longas, deverá apresentar baixo valor ao rasgamento, uma vez que seu comprimento relativo é pequeno (53,5) além de ser uma madeira muito leve.

O coeficiente de flexibilidade (relação entre o lúmen e o diâmetro da fibra) mantendo uma relação direta com a resistência a tração, permite esperar melhores resistências ao Paricá, Andiroba e Cheru.

Com relação as resistências ao Estouro e Dobras sendo esses dois ensaios inversamente proporcionais a espessura da parede da fibra e do peso específico da madeira, os melhores valores deverão ser encontrados para as espécies Andiroba e Pau de Balsa.

As madeiras Paricá, Cheru e Andiroba, apresentando fibras do tipo plano (Parede fina e Lúmen grande), poderão produzir papéis transparentes, enquanto que, as demais espécies, possuindo fibras do tipo médio, deverão produzir papéis intermediários entre opacos e transparentes.

Finalmente, vale ressaltar, que a análise do dimensionamento das fibras apenas permite esperar determinados valores de resistências, uma vez que essas resistências estão também ligadas a outros fatores.

4.2 — ANÁLISES QUÍMICAS

Dos dados contidos no quadro 9, verificam-se valores elevados de celulose para as madeiras Cheru, Mangabarana e Pau de Balsa. Sabendo-se que madeiras com alto teor em celulose apresentarão elevados rendimentos deve se esperar bons resultados para essas espécies excetuando-se o Pau de Balsa por ter apresentado elevados teores de NaOH a 1% de água quente, o que indica a presença de açúcares pouco polimerizados e degradação de hemiceluloses. O Anani e a Andiroba também apresentando elevados teores em NaOH a 1% e água quente deverão produzir baixos rendimentos e papéis escuros.

Os maiores teores em lignina apresentados pelas espécies Paricá, Andiroba e Mangabarana indicam que os cozimentos dessas madeiras deverão ser feitos em condições mais enérgicas que as outras madeiras.

Os resultados das análises químicas são os comentados encontrados em folhosas ressaltando-se apenas o elevado teor em álcool benzol da Abiuucuubarana.

4.3 — PASTAS NÃO BRANQUEADAS

Como pode ser observado nos quadros de n.º 10 a 16 foram realizados vários cozimentos de cada espécie, partindo-se de 16% A.A., temperatura de 170°C, tempo de cozimento 60 minutos, fazendo-se variar o Álcali Ativo e o tempo de cozimento de acordo com o rejeito e Álcali Ativo Residual apresentados. Como era esperado, as espécies Andiroba, Mangabarana e Anani, devido ao alto teor de lignina, tiveram de ser cozidas em condições mais enérgicas embora o mesmo não tenha acontecido com o Paricá.

Observando-se as condições dos cozimentos verifica-se que as espécies Cheru e Paricá apresentaram cozimentos mais econômicos haja vista o baixo teor de A.A. e elevado rendimento apresentados.

4.4 — ENSAIOS FÍSICO-MECÂNICOS DAS PASTAS NÃO BRANQUEADAS

Conforme era esperado, através da análise do dimensionamento das fibras, excelentes resistências ao rasgamento foram obtidas com as espécies Cheru (205 g), Anani (175 g) e Andiroba (175 g).

As resistências a auto-ruptura, previstas através do Coeficiente de Flexibilidade, foram confirmadas: ao Paricá (8.700m), Cheru (8.000m) e Andiroba (9.200m) couberam os valores mais elevados, embora, elevado também, tenha sido o valor apresentado pelo Pau de Balsa (8.600m).

Os valores de resistência ao Estouro e Dobras obtidos com a Andiroba (6,90 kg/cm²) e Pau de Balsa (6,10 kg/cm²) também podem ser considerados muito bons.

4.5 — PASTAS BRANQUEADAS

O emprego de cloro na ordem de 35% sobre o N.P. das pastas mostrou ser o indicado para as madeiras estudadas fazendo-se exceção, no entanto, para o Anani e o Paricá cujos

teores de cloro residual foram elevados, devendo-se, por isso utilizar-se para essas duas madeiras, 30% x N.P. de cloro ativo.

Na extração alcalina a aplicação de 1,5% de soda sobre a pasta seca foi suficiente, embora a extração da Abiuucubarana tenha apresentado um valor relativamente alto de soda residual.

A utilização de 30% de hipoclorito de sódio sobre o Número de Permanganato das pastas demonstrou ser um valor excessivamente elevado devido aos altos teores de cloro residual apresentados.

Os valores de pH durante as três etapas do branqueamento foram normais. Os rendimentos podem ser considerados muito bons e os graus de brancura excelentes, se comparados com outras espécies já estudadas.

4.6 — ENSAIOS FÍSICO - MECÂNICOS DAS PASTAS BRANQUEADAS

Da observação do quadro 25 destacam-se apenas as madeiras Paricá e Pau de Balsa pelos valores de resistências, relativamente bons, apresentados. As demais espécies produziram papéis branqueados que podem ser classificados como fracos e muito fracos. As correções a serem introduzidas nas fases de cloração e hipocloração, com certeza, levarão a resultados mais positivos uma vez que o excesso de cloro usado na fase de hipocloração diminui com bastante intensidade as características de resistências do papel.

4.7 — CONCLUSÕES FINAIS

a) As madeiras Cheru, Andiroba e Pau de Balsa poderão ser utilizadas como excelentes matérias primas à fabricação de papel devido as elevadas características de resistências ao Rasgo, Estouro e Auto-Ruptura apresentados pelos papéis produzidos com essas três espécies.

b) A madeira Paricá embora apresente resistências ligeiramente inferiores às três espécies acima citadas poderá

também tornar-se excelente matéria prima à fabricação de papel pelo bom rendimento em pasta, cozimento bastante econômico, e, principalmente, pelo seu rápido crescimento.

c) Sugere-se que o emprego das madeiras Mangabarana, Abiuucubarana e Anani seja feito somente em misturas com outras espécies, não sendo conveniente seus empregos, isoladamente, na fabricação de papel, devido, as baixas resistências e rendimentos apresentados.

d) Somente as espécies Paricá e Pau de Balsa apresentaram características satisfatórias com relação a papéis branqueados. Contudo, após as correções necessárias (v.4.6) valores mais elevados deverão ser encontrados para todas as madeiras estudadas.

MELO, C.F.M. de & ALVES, S. de M.
— Possibilidades papeleiras de algumas espécies da região Amazônica. **Boletim Técnico do IPEAN**, Belém (63) : 35-79, dez. 1974.

ABSTRACT: Seeing the abstainment of subsidies to the Brazilian industries of paper and cellulose, studies were made of the timbers *Abiuucubarana* (*Syzygiopsis oppositifolia* Ducke); *Anani* (*Symphonia globulifera* L.F.); *Andiroba* (*Carapa guianensis* Aubl); *Cherú* (*Allantoma lineata* (Berg) Miers); *Mangabarana* (*Micropholis guianensis* (A.D.C.) Pierre); *Paricá* (*Schizolobium amazonicum* Hub) e *Pau de Balsa* (*Ochroma logopus* SW). Concluding that the excelent accumulating characteristics of the species *Cherú*, *Andiroba*, *Pau de Balsa* e *Paricá* will possibly be utilized in the fabrication of paper pulp separate or in mixtures, while the application of other studied species should be executed only in mixtures with other species.



5 — ANEXOS

Os gráficos 1, 2, 3, 4 e 5 reúnem os diferentes graus de refino e as resistências físico-mecânicas dos papéis obtidos a partir dos seguintes cozimentos :

ABIUUCUUBARANA	—	Cozimento n.º 3
ANANI	—	Cozimento n.º 4
ANDIROBA	—	Cozimento n.º 4
CHERU	—	Cozimento n.º 4
MANGABARANA	—	Cozimento n.º 3
PARICÁ	—	Cozimento n.º 5
PAU DE Balsa	—	Cozimento n.º 4

GRÁFICO 1

Grau de Moagem °SR

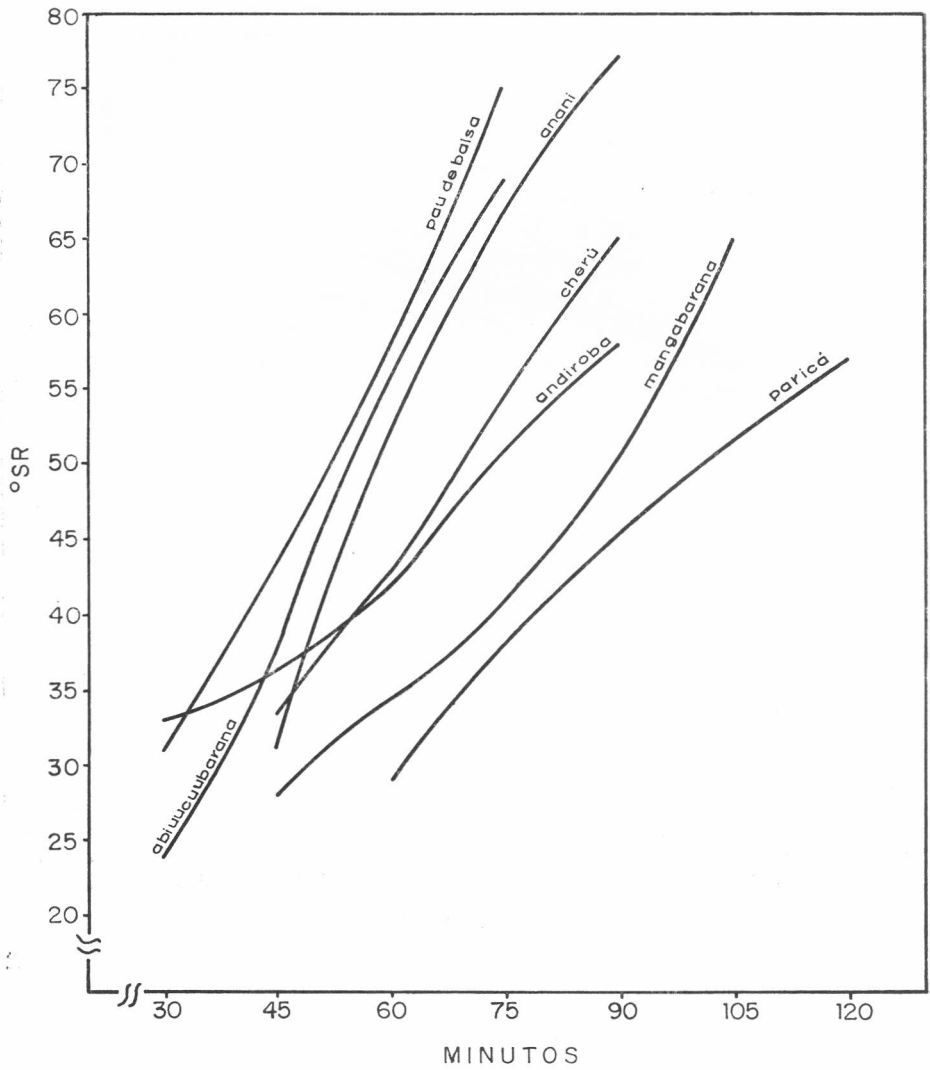


GRÁFICO 2

Resistência a Auto-Ruptura - m

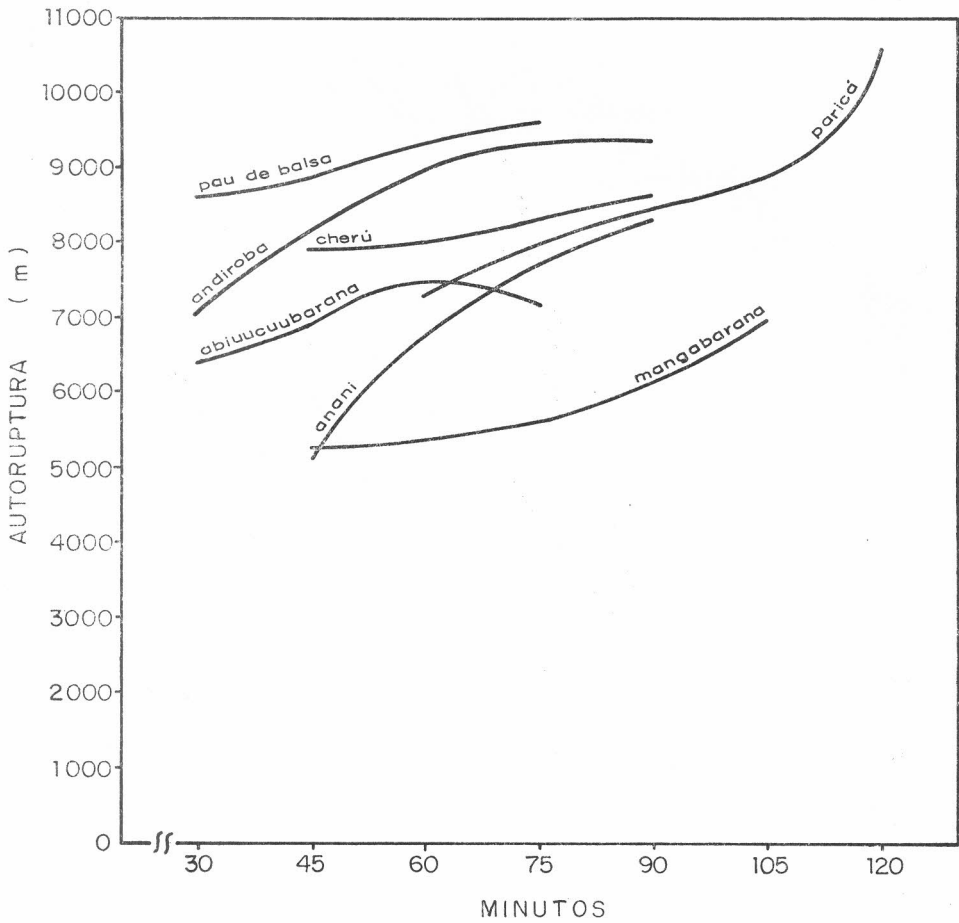


GRÁFICO 3

Resistência ao Estouro Kg/cm^2

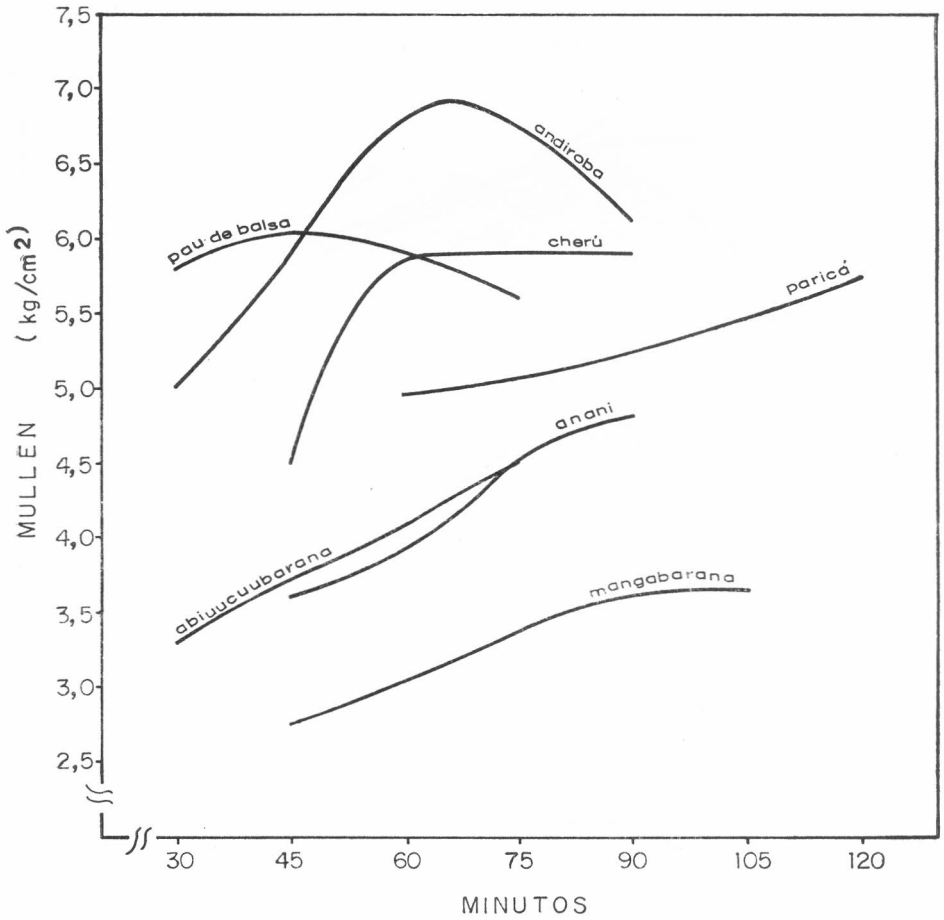


GRÁFICO 4

Resistência ao Rasgamento g.

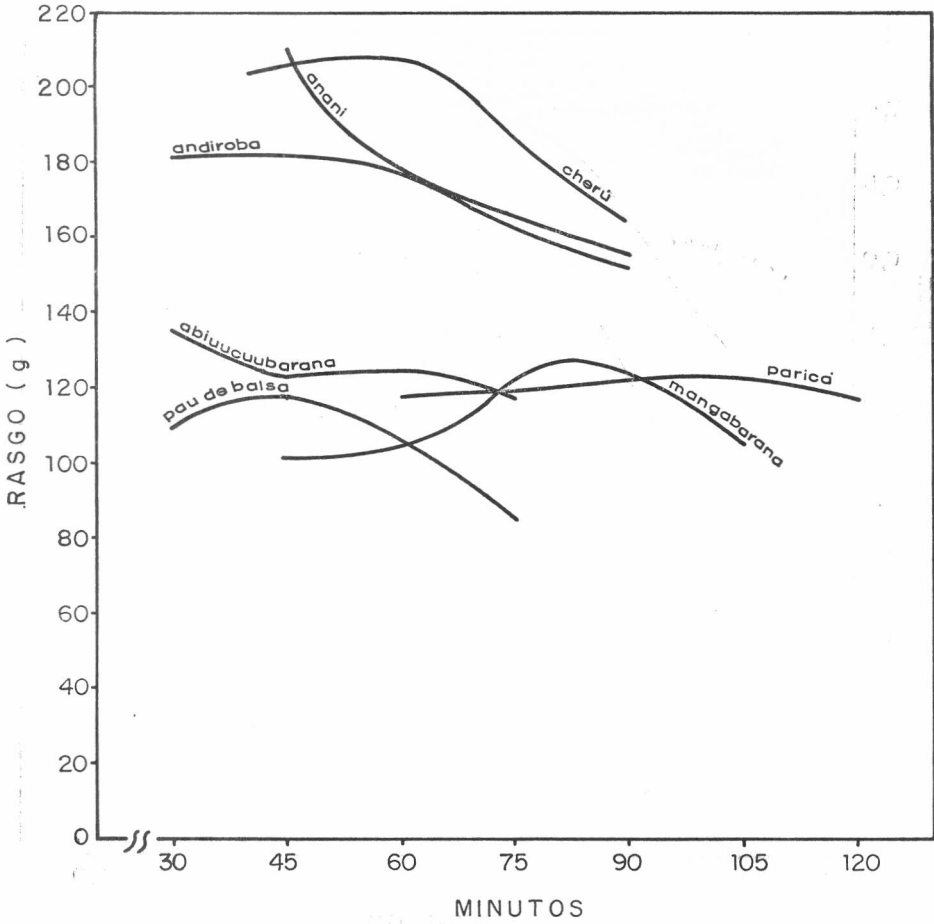
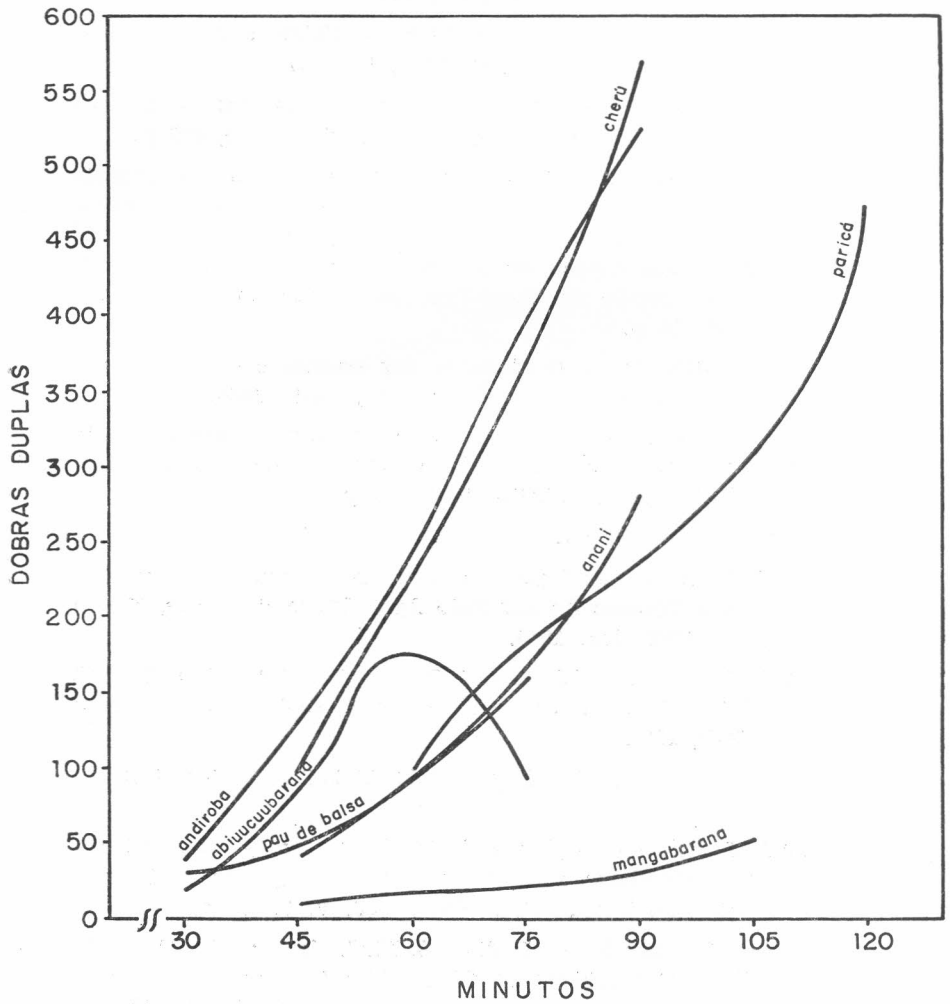


GRÁFICO 5

Resistência a Dobras



Os valores encontrados na Curva do Pau de Balsa devem ser multiplicados por 10

6 — FONTES CONSULTADAS

- 1 — SALLADA, O. da S. et alii — O Guapuruvu. *Boletim da ABCP*, São Paulo, 2(3) : 12-18, jul. 1968.
 - 2 — LOUREIRO, A.A. & SILVA, M.F. — *Catálogo das madeiras da Amazônia*. Belém, SUDAM, 1968. 2v.
 - 3 — LE COINTE, P. — Árvores e plantas úteis. In: — *A Amazônia brasileira*. Belém, Clássica, 1934. v. 3, 486 p.
 - 4 — BRASIL. Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia. Departamento de Recursos Naturais — *Amazônia — oportunidade de industrialização; estudo de viabilidade para implantação de um complexo industrial madeireiro na região de Curuá-Una, no Estado do Pará*. Belém, 1969. 14 p.
 - 5 — HEINSDIJK, D. — *O diâmetro dos troncos e o estado superior das florestas tropicais*. s.l., s.ed., 1965.
 - 6 — PITT, J — *Relatório ao Governo do Brasil sobre aplicação de métodos silviculturais a algumas florestas da Amazônia*. Belém, SUDAM, 1969. 245 p.
 - 7 — *Herbário do IPEAN*.
 - 8 — DUCKE, A. — *As leguminosas da Amazônia brasileira*. *Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Norte*, Belém (18):3-248, dez. 1949.
 - 9 — TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY. *Standards and suggested methods*. New York, 1969.
 - 10 — ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL — *Normas*. São Paulo, 1974.
 - 11 — CASEY, J.P. — *Pulping and bleaching*. In: — *Pulp and paper chemistry and chemical technology*. 2nd ed. rev. enl. New York, Interscience, 1966. v. 1, 675 p.
 - 12 — MELO, C.F.M. de; GUIMARÃES, M.C. de F.; SOUZA, H. B. de — O “Matá-Matá”, “Pracaxi” e “Umiri” como fontes de celulose para papel. *Boletim Técnico do IPEAN*, Belém (57):1-22, set. 1973.
 - 13 — ——— et alii — O “Pará-Pará” e o “Amapá” como fonte de celulose para papel. Belém, IPEAN, 1971. 24 p. (Tecnologia, v. 2, n. 3).
 - 14 — ——— — A “Ucuúba” como fonte de celulose para papel. Belém, IPEAN 1971. 24 p. (Tecnologia, v. 2, n. 2).
- 78 — B. Téc. IPEAN, Belém (63) : 35-79, dez. 1974

- 15 — MELO, C.F.M. de; GUIMARÃES, M.C. de F.; SOUZA, H.B. de — **Madeiras tropicais para reflorestamento, celulose e papel.** Belém, IPEAN, 1971. 75 p. (Tecnologia, v. 2, n. 1).
- 16 — CORRÊA, A.A.; LOBATO, R. de F.; RIBEIRO, E.B.P. — **Estudo papelero de madeiras da Amazônia.** Manaus, INPA, 1970. 36 p.
- 17 — CARVALHO, W.A.T. de — **A tecnologia das matérias primas celulósicas brasileiras. 1 — Região Amazônica. O papel,** São Paulo, 31:27-44, fev. 1970.
- 18 — OVERBECK, W. — **Pastas celulósicas de madeiras da Amazônia.** São Paulo, IPT, 1968. (Publicação, 828).

