

CÉLIO FRANCISCO MARQUES DE MELO

POTENCIAL PAPELEIRO DO MACIÇO FLORESTAL SITUADO ENTRE  
OS KM 50 E 217 DA RODOVIA SANTARÉM-CUIABÁ

Dissertação submetida à consideração da Comissão Examinadora, como requisito parcial na obtenção de Título de "Mestre em Ciências-M.Sc.", no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

CURITIBA

1979



COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

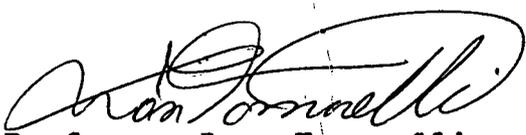
P A R E C E R

Os membros da Comissão Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado apresentada pelo candidato *CÉLIO FRANCISCO MARQUES DE MELO*, sob o título "POTENCIAL PAPELEIRO DO MACIÇO FLORESTAL SITUADO ENTRE OS KM 50 E 217 DA RODOVIA SANTARÉM-CUIABÁ", para obtenção do grau de Mestre em Ciências - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, área de concentração *TECNOLOGIA DE PRODUTOS FLORESTAIS*, após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato e realizada a atribuição de conceitos, são de parecer pela "APROVAÇÃO COM DISTINÇÃO" da Dissertação, completando assim os requisitos necessários para receber o grau e o Diploma de Mestre em Ciências.

Curitiba, 21 de dezembro de 1979.

  
Professor Luiz Ernesto George Barrichelo - Ph.D  
Primeiro Examinador

  
Professor Peter Theo Wilhelm Karstedt - Ph.D  
Segundo Examinador

  
Professor Ivan Tomaselli - Ph.D  
Presidente



POTENCIAL PAPELEIRO DO MACIÇO FLORESTAL SITUADO ENTRE  
OS KM 50 e 217 DA RODOVIA SANTARÉM-CUIABÁ

DISSERTAÇÃO

Submetida à consideração da Comissão Examinadora,  
como requisito parcial para a obtenção do título de  
Mestre em Ciências - M.Sc.

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL  
DO SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

APROVADO:

\_\_\_\_\_ Presidente  
\_\_\_\_\_ Examinador  
\_\_\_\_\_ Examinador

## AGRADECIMENTOS

O autor manifesta seus agradecimentos, às seguintes pessoas e instituições:

- Prof. Orientador Ivan Tomaselli - Setor de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia Florestal da UFPr.

- Prof. Alfonso Wisniewski - Faculdade de Ciências Agrárias do Pará.

- Engº Agrº Raimundo Parente de Oliveira - Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido - CPATU.

- Prof. Peter Karsted - Setor de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia Florestal da UFPr.

- Prof. Franz Wolf - Setor de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia Florestal da UFPr.

- Prof. Paulo Contente - Faculdade de Ciências Agrárias do Pará.

- Engº Agrº Joaquim Ivanir Gomes - Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido - CPATU.

- Engº Agrº Nina Rosária Maradei Müller - Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido - CPATU.

- Bibliotecária Célia Maria Lopes Pereira - Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido - CPATU.

- Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido - CPATU/EMBRAPA.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

CÉLIO FRANCISCO MARQUES DE MELO, nascido em Belém, Estado do Pará, em 17 de março de 1941. Em 1965 concluiu o Curso de Química Industrial na Escola Superior de Química da Universidade Federal do Pará, Realizou vários cursos de aperfeiçoamento em Celulose e Papel e em outras áreas, no Brasil e no Japão (Sanyo Kokusaku Pulp Co. LTD).

Foi coordenador do Projeto de Tecnologia de Produtos Florestais da EMBRAPA entre 1970 e 1976, e pesquisador em Tecnologia de Látex de Seringueira entre 1969 e 1974. Exerceu cargos de chefe da seção de Química e Tecnologia do IPEAN, Presidente da Associação Profissional dos Químicos do Pará e de Orientador de estagiários da FCAP, UFPa e CNPq. Exerceu, ainda, atividades de magistério junto a Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, durante o período compreendido entre 1967 e 1975.

É autor de mais de vinte publicações em várias áreas de conhecimento, principalmente na de Celulose e Papel, e recebeu alguns prêmios e distinções de diferentes organizações, entre elas, da Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel e do Conselho Federal de Química.

Iniciou o Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, opção Tecnologia da Madeira, em março de 1978.

Atualmente exerce as funções de Pesquisador do CPATU/EMBRAPA, Coordenador do Laboratório de Bioquímica e Tecnologia do CPATU/EMBRAPA, responsável pelo subprojeto Tecnologia de Produtos e Subprodutos da Agropecuária, CPATU/EMBRAPA, e Presidente do Conselho Regional de Química da 6ª Região.

## S U M Á R I O

	Página
Lista de abreviaturas .....	vii
Lista de ilustrações .....	viii
Lista de quadros .....	ix-xxi
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	4
2.1. FLORESTAS TROPICAIS ÚMIDAS .....	4
2.1.1. FLORESTA AMAZÔNICA .....	10
2.2. A FLORESTA TROPICAL E A FABRICAÇÃO DE <u>CELULO</u> SE E PAPEL .....	12
2.2.1. ANTECEDENTES .....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	18
3.1. MATERIAL .....	18
3.1.1. ÁREA DE ESTUDO .....	18
3.1.2. COLETA E PREPARO DAS AMOSTRAS .....	24
3.2. MÉTODOS .....	32
3.2.1. OS CRITÉRIOS PARA AS FORMULAÇÕES DAS MISTURAS	32
3.2.2. ANÁLISES QUÍMICAS E CARACTERÍSTICAS MÉTRICAS DAS FIBRAS .....	34
3.2.3. OBTENÇÃO DAS POLPAS .....	35
3.2.3.1. ESTUDO INDIVIDUAL DAS ESPÉCIES .....	35
3.2.3.2. ESTUDO DAS MISTURAS .....	36
3.2.4. TRATAMENTO DAS POLPAS .....	37
3.2.5. ENSAIOS FÍSICO-MECÂNICOS DAS POLPAS .....	38
3.2.6. DELINEAMENTO E ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	38
4. RESULTADOS .....	40
4.1. ANÁLISES QUÍMICAS .....	40

	Página
4.2. CARACTERÍSTICAS MÉTRICAS DAS FIBRAS .....	49
4.3. POLPAGEM .....	56
4.3.1. ESTUDO INDIVIDUAL DAS ESPÉCIES .....	56
4.3.2. ESTUDO DAS MISTURAS .....	67
4.3.2.1. PROCESSO SULFATO .....	67
4.3.2.2. PROCESSO NSSC .....	71
4.4. ENSAIOS FÍSICO-MECÂNICOS DAS POLPAS .....	75
4.4.1. ESTUDO INDIVIDUAL DAS ESPÉCIES .....	75
4.4.2. ESTUDO DAS MISTURAS .....	87
4.4.2.1. PROCESSO SULFATO .....	87
4.4.2.2. PROCESSO NSSC .....	90
4.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS ENSAIOS FÍSICO-MECÂNICOS DAS POLPAS .....	93
4.5.1. PROCESSO SULFATO .....	93
4.5.1.1. MISTURA A .....	93
4.5.1.2. MISTURA B .....	97
4.5.1.3. MISTURA C .....	99
4.5.2. PROCESSO NSSC .....	102
4.5.2.1. MISTURAS A, B e C .....	102
5. DISCUSSÃO .....	106
5.1. AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA ADOTADA .....	106
5.2. ANÁLISES QUÍMICAS .....	108
5.2.1. ESTUDO INDIVIDUAL DAS ESPÉCIES .....	108
5.2.2. ESTUDO DAS MISTURAS .....	109
5.3. CARACTERÍSTICAS MÉTRICAS DAS FIBRAS .....	110
5.4. POLPAGEM .....	112
5.4.1. ESTUDO INDIVIDUAL DAS ESPÉCIES .....	112
5.4.2. ESTUDO DAS MISTURAS .....	113

	Página
5.4.2.1. PROCESSO SULFATO .....	113
5.4.2.2. PROCESSO NSSC .....	114
5.5. ENSAIOS FÍSICO-MECÂNICOS DAS POLPAS .....	115
5.5.1. ESTUDO INDIVIDUAL DAS ESPÉCIES .....	115
5.5.2. ESTUDO DAS MISTURAS .....	116
5.5.2.1. PROCESSO SULFATO .....	116
5.5.2.2. PROCESSO NSSC .....	117
6. CONCLUSÕES .....	118
6.1. DO ESTUDO INDIVIDUAL DAS ESPÉCIES .....	118
6.2. DAS MISTURAS .....	119
RESUMO .....	122
SUMMARY .....	124
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	125
ANEXOS .....	131

## LISTA DE ABREVIATURAS

AA	- Álcali Ativo
ABCP	- Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel
CF	- Coeficiente de Flexibilidade
COPANT	- Comissão Panamericana de Normas Técnicas
CPATU	- Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido
CR	- Comprimento Relativo
DAP	- Diâmetro a Altura do Peito
EMBRAPA	- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
F.A.O	- Food and Agriculture Organization of the United Nations
IBDF-GOA	- Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal- Grupo de Operações da Amazônia
NSSC	- Neutral Sulphite Semichemical
RADAM	- Radar Amazônia
S.N.K	- Student Newman and Keuls
SR	- Shopper Riegler
SUDAM	- Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia
TAPPI	- Technical Association of the Pulp and Paper Industry

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura		Página
1	Distribuição de floresta tropical úmida.....	5
2	Mapa do Estado do Pará com a localização da área estudada.....	20
3	Método de retirada das amostras.....	31

## LISTA DE QUADROS

### Quadro

1	Composição de três maciços florestais localizados ao longo da rodovia Santarém-Cuiabá (Brasil); Edea no vale do rio Congo (República dos Camarões) e Vanimo (Nova Guiné) e que representam as três principais formações florestais conhecidas do Trópico Úmido .....	6
2	Composição de três maciços florestais referidos no Quadro 1, representando 90% do número total de árvore/ha e 90% do volume da madeira em m <sup>3</sup> /ha.	7
3	Dados comparativos dos maciços florestais localizados nas rodovias Santarém-Cuiabá (PA) e Manaus-Itacoatiara (AM) sendo computadas todas as árvores com diâmetro igual ou superior a 25 cm DAP.....	22
4	Distribuição das principais famílias e sua contribuição em madeira (m <sup>3</sup> /ha) na formação de dois maciços florestais amazônicos.....	23
5	Espécies estudadas .....	25
6	Resultados das análises químicas das 70 espécies estudadas e referidas no Quadro 5.....	42
7	Resultados das análises químicas das misturas..	47

Quadro		Página
8	Apresentação sintética dos resultados analíticos de 70 espécies selecionadas para comporem as misturas papeleiras A, B e C.....	48
9	Valores médios do comprimento, largura, lúmen, espessura da parede e das relações comprimento/largura (CR) e lúmen/largura (CF).....	50
10	Apresentação sintética dos resultados das características métricas das fibras das 70 espécies selecionadas para comporem as misturas papeleiras A, B e C.....	55
11	Resultados dos cozimentos individuais das 70 espécies, utilizando-se 16% de álcali ativo; 25% de sulfidez; diluição de 4:1; temperatura de 170°C e tempo de 60 minutos.....	57
12	Resultados dos cozimentos individuais das 70 espécies, utilizando-se 18% de álcali ativo; 25% de sulfidez; diluição de 4:1; temperatura de 170°C e tempo de 60 minutos.....	62
13	Processo Sulfato - Mistura A - Resultados dos cozimentos utilizando-se 25% de sulfidez; diluição de 4:1 e temperatura de 170°C.....	68
14	Processo Sulfato - Mistura B - Resultados dos cozimentos utilizando-se 25% de sulfidez; diluição de 4:1 e temperatura de 170°C.....	69
15	Processo Sulfato - Mistura C - Resultados dos cozimentos utilizando-se 25% de sulfidez; diluição de 4:1 e temperatura de 170°C.....	70

Quadro		Página
16	Processo NSSC - Mistura A - Resultados dos cozimentos utilizando-se 16% de $\text{Na}_2\text{SO}_3$ e diluição de 4:1.....	72
17	Processo NSSC - Mistura B - Resultados dos cozimentos utilizando-se 16% de $\text{Na}_2\text{SO}_3$ e diluição de 4:1.....	73
18	Processo NSSC - Mistura C - Resultados dos cozimentos utilizando-se 16% de $\text{Na}_2\text{SO}_3$ e diluição de 4:1.....	74
19	Resultados dos ensaios físico-mecânicos das 70 espécies, utilizando-se 16% de álcali ativo; 25% de sulfidez; diluição de 4:1; temperatura de $170^\circ\text{C}$ ; tempo de 60 minutos e grau de moagem de $45^\circ\text{SR}$ .....	77
20	Resultados dos ensaios físico-mecânicos das 70 espécies, utilizando-se 18% de álcali ativo; 25% de sulfidez; diluição de 4:1; temperatura de $170^\circ\text{C}$ ; tempo de 60 minutos e grau de moagem de $45^\circ\text{SR}$ .....	82
21	Processo Sulfato - Mistura A - Resultados dos ensaios físico-mecânicos das polpas com grau de moagem de $45^\circ\text{SR}$ .....	88
22	Processo Sulfato - Mistura B - Resultados dos ensaios físico-mecânicos das polpas com grau de moagem de $45^\circ\text{SR}$ .....	88
23	Processo Sulfato - Mistura C - Resultados dos ensaios físico-mecânicos das polpas com grau	

Quadro	Página
	de moagem de 45 °SR..... 89
24	Processo NSSC - Mistura A - Resultados dos en- saio físico-mecânicos das polpas com grau de moagem de 45 °SR..... 91
25	Processo NSSC - Mistura B - Resultados dos en- saio físico-mecânicos das polpas com grau de moagem de 45 °SR..... 91
26	Processo NSSC - Mistura C - Resultados dos en- saio físico-mecânicos das polpas com grau de moagem de 45 °SR..... 92
27	Comparação entre médias de tempo dentro de ca- da dosagem de Alcali Ativo - VARIÁVEL RASGO... 93
28	Comparação entre médias de tratamentos - VARI- ÁVEL AUTO-RUPTURA..... 94
29	Comparação entre médias de dosagens de Alcali Ativo - VARIÁVEL DOBRAS..... 95
30	Comparação entre médias de tempo - VARIÁVEL DO BRAS..... 95
31	Comparação entre médias de dosagens de Alcali Ativo - VARIÁVEL ESTOURO ..... 96
32	Comparação entre médias de tempo - VARIÁVEL ES TOURO..... 96
33	Comparação entre médias de tratamentos - VARI- ÁVEL RASGO ..... 97
34	Comparação entre médias de tratamentos - VARI- ÁVEL AUTO-RUPTURA..... 98

Quadro		Página
35	Comparação entre médias de tratamentos - VARIÁVEL DOBRAS.....	98
36	Comparação entre médias de tratamentos - VARIÁVEL ESTOURO .....	99
37	Comparação entre médias de tratamentos - VARIÁVEL RASGO .....	100
38	Comparação entre médias de tempo dentro de cada dosagem de Alcali Ativo - VARIÁVEL AUTO-RUP_TURA .....	100
39	Comparação entre médias de tempo dentro de cada dosagem de Alcali Ativo - VARIÁVEL DOBRAS..	101
40	Comparação entre médias de tratamentos - VARIÁVEL ESTOURO .....	101
41	Comparação entre médias de tratamentos para as Misturas A, B e C - VARIÁVEL RASGO.....	102
42	Comparação entre médias de tratamentos para as Misturas A, B e C - VARIÁVEL AUTO-RUP_TURA ....	103
43	Comparação entre médias de tratamentos para as Misturas A, B e C - VARIÁVEL DOBRAS .....	104
44	Comparação entre médias de tratamentos para as Misturas A, B e C - VARIÁVEL ESTOURO .....	105
45	Comparação entre madeiras de diversos maciços florestais tropicais em mistura. Desempenho de polpagem e características das polpas .....	116
A.1	Combinação dos fatores estudados que constituem os tratamentos do ensaio pelo Processo Sulfato .....	132

Quadro	Página
A.2	Combinção dos fatores estudados que consti- tuem os tratamentos do ensaio pelo Processo NSSC ..... 132
A.3	Identificação dos tratamentos em cada mistu- ra para o Processo Sulfato ..... 133
A.4	Identificação dos tratamentos para o Processo NSSC ..... 133
A.5	Análise da Variância - Processo Sulfato - Mis- tura A. Variável Rasgo ..... 134
A.6	Análise da Variância - Processo Sulfato-Mistu- ra A. Variável Auto-Ruptura ..... 134
A.7	Comparação entre médias de tratamentos - Pro- cesso Sulfato - Mistura A - Variável Auto- Ruptura (km) ..... 135
A.8	Análise da Variância - Processo Sulfato - Mis- tura A - Variável Dobras ..... 135
A.9	Comparação entre médias de dosagens de Álcali Ativo - Processo Sulfato - Mistura A - Variá- vel Dobras ..... 136
A.10	Comparação entre médias de tempo - Processo Sulfato - Mistura A - Variável Dobras ..... 136
A.11	Análise da Variância - Processo Sulfato - Mis- tura A - Variável Estouro ..... 137
A.12	Comparação entre médias de dosagens de Álcali Ativo - Processo Sulfato - Mistura A - Variá- vel Estouro ( $\text{kg/cm}^2$ ) ..... 137
A.13	Comparação entre médias de tempo - Processo Sulfato - Mistura A - Variável Estouro ( $\text{kg/cm}^2$ ) 138

Quadro	Página
A.14	Análise da Variância - Processo Sulfato - <u>Mis</u> tura B - Variável Rasgo ..... 138
A.15	Comparação entre médias de tratamentos - <u>Pro</u> cesso Sulfato - Mistura B - Variável Rasgo (g) 139
A.16	Análise da Variância - Processo Sulfato - <u>Mis</u> tura B - Variável Auto-Ruptura ..... 139
A.17	Comparação entre médias de tratamentos - <u>Pro</u> cesso Sulfato - Mistura B - Variável Auto-Rup tura (km) ..... 140
A.18	Análise da Variância - Processo Sulfato - <u>Mis</u> tura B - Variável Dobras ..... 140
A.19	Comparação entre médias de tratamentos - <u>Pro</u> cesso Sulfato - Mistura B - Variável Dobras . 141
A.20	Análise da Variância - Processo Sulfato - <u>Mis</u> tura B - Variável Estouro ..... 141
A.21	Comparação entre médias de tratamentos - <u>Pro</u> cesso Sulfato - Mistura B - Variável Estouro (kg/cm <sup>2</sup> ) ..... 142
A.22	Análise da Variância - Processo Sulfato - <u>Mis</u> tura C - Variável Rasgo ..... 142
A.23	Comparação entre médias de tratamentos - <u>Pro</u> cesso Sulfato - Mistura C - Variável Rasgo (g) 143
A.24	Análise da Variância - Processo Sulfato - <u>Mis</u> tura C - Variável Auto-Ruptura ..... 143
A.25	Análise da Variância - Processo Sulfato - <u>Mis</u> tura C - Variável Dobras ..... 144
A.26	Análise da Variância - Processo Sulfato - <u>Mis</u> tura C - Variável Estouro ..... 144

Quadro	Página
A.27	Comparaçãõ entre m\u00e9dias de tratamentos - Pro cesso Sulfato - Mistura C - Vari\u00e1vel Estouro (kg/cm <sup>2</sup> ) ..... 145
A.28	An\u00e1lise da Vari\u00e2ncia - Processo NSSC - Mistu ras A, B e C - Vari\u00e1vel Rasgo ..... 145
A.29	Comparaçãõ entre m\u00e9dias de tratamentos das Misturas A, B e C - Processo NSSC - Vari\u00e1vel Rasgo ..... 146
A.30	An\u00e1lise da Vari\u00e2ncia - Processo NSSC - Mistu ras A, B e C - Vari\u00e1vel Auto-Ruptura ..... 146
A.31	Comparaçãõ entre m\u00e9dias de tratamentos das Mis turas A, B e C - Processo NSSC - Vari\u00e1vel Au to-Ruptura (km) ..... 147
A.32	An\u00e1lise da Vari\u00e2ncia - Processo NSSC - Mistu ras A, B e C - Vari\u00e1vel Dobras ..... 147
A.33	Comparaçãõ entre m\u00e9dias de tratamentos das Misturas A, B e C - Processo NSSC - Vari\u00e1vel Dobras ..... 148
A.34	An\u00e1lise da Vari\u00e2ncia - Processo NSSC - Mistu ras A, B e C - Vari\u00e1vel Estouro ..... 148
A.35	Comparaçãõ entre m\u00e9dias de tratamentos das Misturas A, B e C - Processo NSSC - Vari\u00e1vel Estouro (kg/cm <sup>2</sup> ) ..... 149
A.36	Ficha biom\u00e9trica das fibras de <u>Alexa grandi- flora</u> <u>Ducke</u> ..... 150
A.37	Ficha biom\u00e9trica das fibras de <u>Apuleia molaris</u> <u>Spruce ex Benth</u> ..... 150
A.38	Ficha biom\u00e9trica das fibras de <u>Aspidosperma</u>

Quadro	Página
	151
A.39	151
A.40	152
A.41	152
A.42	153
A.43	153
A.44	154
A.45	154
A.46	155
A.47	155
A.48	156
A.49	156
A.50	157
A.51	157
A.52	

Quadro		Página
	<u>rata</u> L. ....	158
A.53	Ficha biométrica das fibras de <u>Chimarrhis</u> <u>turbinata</u> <u>Ducke</u> .....	158
A.54	Ficha biométrica das fibras de <u>Copaifera</u> <u>duckei</u> <u>Dwyer</u> .....	159
A.55	Ficha biométrica das fibras de <u>Cordia</u> <u>goel-</u> <u>diana</u> <u>Huber</u> .....	159
A.56	Ficha biométrica das fibras de <u>Couratari</u> <u>sp</u> <u>nº 1</u> .....	160
A.57	Ficha biométrica das fibras de <u>Couratari</u> <u>sp</u> <u>nº 4</u> .....	160
A.58	Ficha biométrica das fibras de <u>Dipteryx</u> <u>odo-</u> <u>rata</u> ( <u>Aubl</u> ) <u>Willd</u> .....	161
A.59	Ficha biométrica das fibras de <u>Enterolobium</u> <u>maximum</u> <u>Ducke</u> .....	161
A.60	Ficha biométrica das fibras de <u>Enterolobium</u> <u>schomburgkii</u> <u>Benth</u> .....	162
A.61	Ficha biométrica das fibras de <u>Eschweilera</u> <u>amara</u> ( <u>Aubl</u> ) <u>NDZ</u> .....	162
A.62	Ficha biométrica das fibras de <u>Eschweilera</u> <u>apiculata</u> ( <u>Miers</u> ) <u>Ac GM</u> .....	163
A.63	Ficha biométrica das fibras de <u>Eschweilera</u> <u>odora</u> ( <u>Poepp</u> ) <u>Miers</u> .....	163
A.64	Ficha biométrica das fibras de <u>Geissospermum</u> <u>sericeum</u> <u>BTH et Hook</u> .....	164
A.65	Ficha biométrica das fibras de <u>Goupia</u> <u>glabra</u> <u>Aubl</u> .....	164
A.66	Ficha biométrica das fibras de <u>Holopyxidium</u>	

Quadro	Página
	165
A.67	165
A.68	166
A.69	166
A.70	167
A.71	167
A.72	168
A.73	168
A.74	169
A.75	169
A.76	170
A.77	170
A.78	171
A.79	171
A.80	

Quadro		Página
	<u>ensis</u> <u>Ducke</u> .....	172
A.81	Ficha biométrica das fibras de <u>Parkia</u> <u>multi-</u> <u>juga</u> <u>Benth</u> .....	172
A.82	Ficha biométrica das fibras de <u>Piptadenia</u> <u>suaveolens</u> <u>Miq</u> .....	173
A.83	Ficha biométrica das fibras de <u>Pithecelobium</u> <u>elegans</u> <u>Ducke</u> .....	173
A.84	Ficha biométrica das fibras de <u>Vataireopsis</u> <u>speciosa</u> <u>Ducke</u> .....	174
A.85	Ficha biométrica das fibras <u>Pouteria</u> <u>bilo-</u> <u>culares</u> ( <u>H. HINHL</u> ) <u>Baehni</u> .....	174
A.86	Ficha biométrica das fibras de <u>Pouteria</u> <u>egre-</u> <u>gia</u> <u>Sandw</u> .....	175
A.87	Ficha biométrica das fibras de <u>Pouteria</u> <u>eu-</u> <u>geniifolia</u> ( <u>Pierre</u> ) <u>Baehni</u> .....	175
A.88	Ficha biométrica das fibras <u>Pouteria</u> <u>guia-</u> <u>nensis</u> <u>Aubl</u> .....	176
A.89	Ficha biométrica das fibras <u>Richardella</u> <u>sp</u> ..	176
A.90	Ficha biométrica das fibras de <u>Syzygiopsis</u> <u>oppositifolia</u> <u>Ducke</u> .....	177
A.91	Ficha biométrica das fibras de <u>Pourouma</u> <u>guia-</u> <u>nensis</u> <u>Aubl</u> .....	177
A.92	Ficha biométrica das fibras de <u>Protium</u> <u>sp</u> ...	178
A.93	Ficha biométrica das fibras <u>Protium</u> <u>decan-</u> <u>drum</u> <u>March</u> .....	178
A.94	Ficha biométrica das fibras <u>Trattinichia</u> <u>rhoifolia</u> <u>Willd</u> .....	179
A.95	Ficha biométrica das fibras de <u>Tetragastris</u>	

Quadro		Pagina
	<u>altíssima</u> ( <u>Aubl</u> ) <u>Swart</u> .....	179
A.96	Ficha biométrica das fibras <u>Rollinia</u> <u>exzucca</u> ( <u>Dunal</u> ) <u>A. DC</u> .....	180
A.97	Ficha biométrica das fibras <u>Sloanea</u> <u>nitida</u> <u>G. Don</u> .....	180
A.98	Ficha biométrica das fibras de <u>Tachigalia</u> <u>alba</u> <u>Ducke</u> .....	181
A.99	Ficha biométrica das fibras de <u>Tachigalia</u> <u>myrmecophila</u> <u>Ducke</u> .....	181
A.100	Ficha biométrica das fibras <u>Sclerolobium</u> <u>aff</u> <u>Chrysophyllum</u> .....	182
A.101	Ficha biométrica das fibras de <u>Tabebuia</u> <u>ser-</u> <u>ratifolia</u> ( <u>VAHL</u> ) <u>Nichols</u> .....	182
A.102	Ficha biométrica das fibras <u>Tabebuia</u> <u>impeti-</u> <u>ginosa</u> ( <u>Mart ex DC</u> ) <u>Standley</u> .....	183
A.103	Ficha biométrica das fibras <u>Terminalia</u> <u>ama-</u> <u>zonia</u> <u>Exell in Pulle</u> .....	183
A.104	Ficha biométrica das fibras de <u>Virola</u> <u>suri-</u> <u>namensis</u> <u>Roll Warb</u> .....	184
A.105	Ficha biométrica das fibtas de <u>Vochysia</u> <u>ma-</u> <u>xima</u> <u>Ducke</u> .....	184

## 1. INTRODUÇÃO

Nos seus albores a indústria papelreira limitava-se a utilizar, como matéria prima celulósica, o algodão e o linho. Em consequência da pressão de demanda, evoluiu para a polpagem de madeiras oriundas de coníferas, e em menor escala, também, de madeiras duras de folhosas, originárias das regiões de climas temperados. Enquanto o número de espécies utilizadas para fins papereiros crescia rapidamente, foram se estratificando, ao mesmo tempo, certos conceitos que adquiriram a força de verdadeiros dogmas. Um desses conceitos universalmente aceito sem discussão, condicionava a viabilidade técnica da polpagem à homogeneidade da matéria prima pois somente assim, segundo se admitia, seria possível conduzir o processamento em condições padronizadas para obter-se um produto elaborado com propriedades e características constantes e predeterminadas. De acordo com esta linha de raciocínio seria, pois, tecnicamente inviável a utilização, para fins de polpagem, das imensas reservas florestais dos trópicos que perfazem cerca de 45% de toda a área florestada do nosso planeta.

Já antes da II Grande Guerra Mundial despontava um crescente interesse pelo aproveitamento mais efetivo, na indústria papelreira, da madeira de folhosas e neste contexto alguns estudos, à nível de laboratório, foram realizados na

Holanda, incluindo polpagem de madeiras tropicais. Estes estudos, todavia, não contemplavam o processamento de misturas mas apenas procuravam determinar as características papelarias de cada espécie individualizada.

Na década dos cinquenta, enquanto técnicos e pesquisadores franceses desenvolviam estudos papelários com base nas florestas polimorfas da África Equatorial, culminando estes estudos com a instalação de uma pequena unidade de fabricação em Bimbresso-Costa do Marfim, por processo não convencional (emprego de cloro para deslignificação, processo chamado de Isogrand). Na Universidade Técnica de Delft, por solicitação do Governo do Surinam, o Engenheiro IJFF<sup>17</sup> desenvolvia um amplo programa de pesquisas papelarias com base em misturas de espécies da floresta tropical do Suriname.

Estes estudos pioneiros tiveram o mérito de comprovar não ser utópica a idéia do aproveitamento das consideráveis reservas naturais, constituídas pelas florestas tropicais polimorfas, na indústria papelaria, condicionada, esta viabilidade, à implantação de um intenso programa de pesquisas para determinar as condições mais adequadas de polpagem e do processamento destas polpas, em função da composição florestal e tendo em vista a natureza e as características do produto final pretendido.

Como resultado do crescente interesse no aproveitamento das florestas tropicais nativas na produção de celulose para papel, tem sido desenvolvida, nestes últimos anos, sob os auspícios governamentais, em vários países, intensa atividade de pesquisa que se reflete nas publicações especializadas dando conta dos resultados alcançados.

Dentre outros, podem ser mencionados os trabalhos

realizados por PETROFF et al.<sup>32</sup> na República dos Camarões; por PHILLIPS et al.<sup>34, 35, 36</sup> e LOGAN et al.<sup>19, 20</sup> na Papua Nova Guiné e por AZEVEDO CORRÊA<sup>3,5</sup> no maciço florestal ao longo da rodovia Torquato Tapajós (Manaus-Itacoatiara), no Estado do Amazonas.

O presente trabalho objetiva, fundamentalmente, estudar a viabilidade técnica de aproveitamento do maciço florestal situado entre os Km 50 e 217 da rodovia Santarém-Cuiabá, na obtenção de celulose para papel, utilizando-se para isso, três tipos de misturas das espécies ocorrentes e empregando-se os processos Sulfato e NSSC, na polpagem.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. FLORESTAS TROPICAIS ÚMIDAS

Cerca da metade de todo o potencial florestal do nosso planeta encontra-se na faixa intertropical (Figura 1). As variações climáticas e edáficas que ocorrem determinam a natureza da paisagem. Precipitações pluviométricas de mais de 2.000 milímetros por ano distribuídas através de todos os meses, com exceção de uma estação seca de curta duração, ao lado de temperaturas permanentemente elevadas, acima de 20°C, e ainda de elevados índices de umidade relativa do ar, acima de 80%, definem a faixa tropical úmida cortada pela linha do equador. O trópico úmido se caracteriza pelo revestimento florístico constituído de exuberante floresta denominada por RICHARDS<sup>39</sup> de Floresta Tropical Úmida.

As três principais formações florestais do trópico úmido incluem a formação tropical úmida americana, destacando-se a floresta amazônica com quase quatro milhões de quilômetros quadrados de superfície; a formação tropical úmida africana na Bacia do Congo, e a formação indo-malaya, no sudeste asiático.

Embora estes maciços florestais separados entre si por milhares de quilômetros se diferenciem, por isso mesmo, notavelmente, em relação a composição florística, apresentam, não

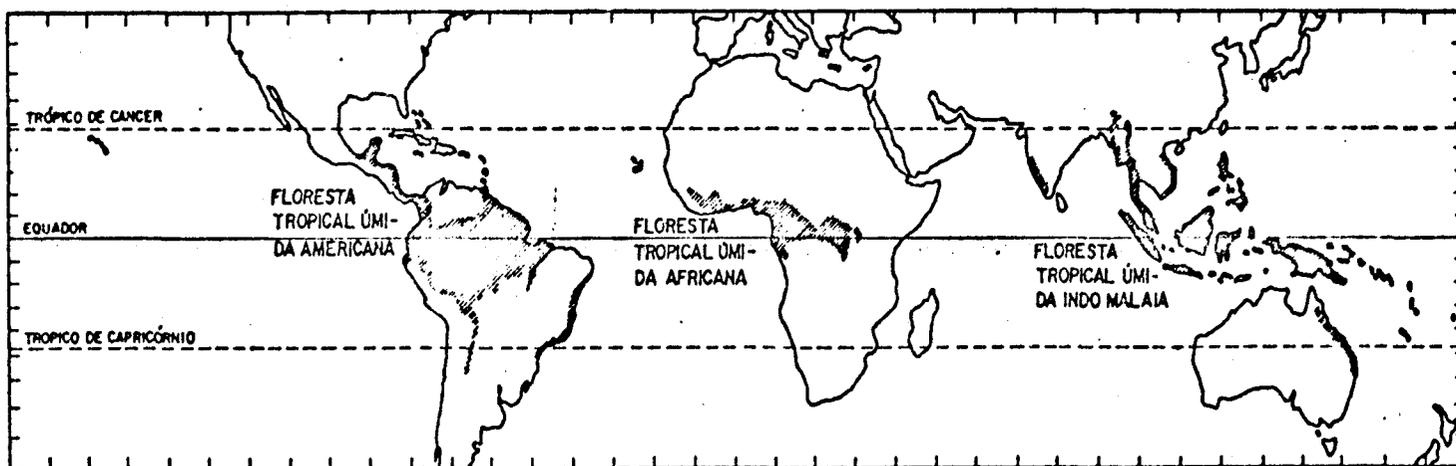


Fig. 1 - Distribuição de floresta tropical úmida . Fonte : Richards (1952)

obstante, notável semelhança na sua estrutura e na sua fisionomia. A principal característica da Floresta Tropical Úmida é a extraordinária heterogeneidade do tocante ao número de espécies, gêneros e famílias de ocorrem numa mesma área (Quadro 1).

QUADRO 1 - Composição de três maciços florestais localizados ao longo da rodovia Santarém-Cuiabá (Brasil); Edea no vale do rio Congo (República dos Camarões) e Vanimo (Papua - Nova Guiné) e que representam as três principais formações florestais conhecidas do Trópico Úmido.

Maciço Florestal	Área (ha)	Espécies/Gêneros/Famílias		
		nº	nº	nº
Santarém-Cuiabá (1)	1.000.000	217	1138	45
Edea (2)	100.000	342	"	45
Vanimo (3)	53.450	200	106	41

Fontes: (1) - SUDAM<sup>46</sup>

(2) - Petroff<sup>32</sup>

(3) - Phillips<sup>36</sup>

Embora o número de espécies que compõem a Floresta Tropical Úmida seja muito grande, um número bastante menor, todavia, é que contribui para somar o maior percentual de árvores e também o maior volume da madeira (Quadro 2).

Verifica-se que nas formações florestais constantes do Quadro 2, a amazônica ao lado da Santarém-Cuiabá e da Edea no Cameroun (República dos Camarões), bacia do Congo, entre 35% e 40% das espécies que ocorrem contribuem com 90% do volume da madeira disponível e abrangem 90% do número total de

QUADRO 2 - Composição de três maciços florestais referidos no Quadro 1, representando 90% do número total de árvores/ha e 90% do volume da madeira em m<sup>3</sup>/ha.

Maciço Florestal	Composição/ha			Nº Arv. ha	Vol.Mad. m <sup>3</sup> /ha	Nº Total espécies	% espécies
	Famílias	Gêneros	Espécies				
Santarém-Cuiabá (1)	24	61	83	106,8	226,2	217	38,25
Edea (2)	35	92	121	253	396	342	35,35
Vanimó (3)	30	56	-	230	-	106*	52,33**

OBS.- A última coluna se refere a % do número total de espécies.

\* gêneros

\*\* Estimativa em função do número de gêneros .

Fonte: Dados básicos (1) SUDAM<sup>46</sup>  
 (2) Petroff<sup>32</sup>  
 (3) Phillips<sup>36</sup>

árvores.

Em relação à floresta de Vanimo na Papua - Nova Guiné, sudeste asiático, por ter sido a composição florística referida somente em famílias e gêneros, o cálculo foi feito, por isso, em função do número de gêneros e o percentual obtido foi de 52,83% (PHILLIPS<sup>36</sup>). Referindo, também, ao número de gêneros, verifica-se que na floresta ao longo da Santarém-Cuiabá, 44,20% dos mesmos contribuí para somar 90% do volume da madeira e mais de 90% do número de árvores/ha - números que se aproximam e se comparam razoavelmente (PHILLIPS<sup>36</sup>, SUDAM<sup>46</sup>). Destas constatações se pode concluir que, embora extraordinariamente heterogênea a composição da Floresta Tropical Úmida, existe dominância de certas espécies que determinam, assim, as características de cada formação.

Nos dados do Quadro 2 observa-se, ainda, que o número de árvores/ha na formação africana de Edea, de 253, é mais do que o dobro do número de árvores/ha que ocorre na floresta ao longo da Santarém-Cuiabá. Ainda que naquela formação tenham sido incluídas todas as árvores com diâmetro igual ou maior do que 15 cm DAP (diâmetro a altura do peito) enquanto que nesta última são incluídas apenas as árvores de diâmetro igual ou maior do que 25 cm DAP parece, apesar desta circunstância, que a floresta africana de Edea é bem mais fechada do que a mata amazônica ao longo da Santarém-Cuiabá. O volume da madeira em m<sup>3</sup>/ha é, também, nas duas formações, bem diferenciado, sugerindo este fato maior exuberância da floresta africana, em comparação com a formação amazônica.

Outra característica marcante da floresta tropical úmida é o fato de que, com raras exceções, as árvores se mantêm

sempre verdes, isto é, são de folhas perenes, contrariamente do que ocorre nas florestas das regiões temperadas durante o inverno. Como exceção existem algumas espécies decíduas, isto é, de folhas caducas que se despem da folhagem completamente mas apenas durante alguns dias, fenômeno que, com frequência coincide com a floração. Como exemplo deste comportamento podem ser citadas a seringueira (*Hevea brasiliensis*), o anani (*Symphonia globulifera*) e o pau d'arco (*Tabebuia serratifolia*).

Na floresta tropical úmida raramente ocorrem incêndios e a vida média das espécies não vai além de uns 300 anos (PIRES<sup>37</sup>). As florestas das regiões temperadas são estratificadas o mesmo não ocorrendo, a rigor, a não ser em casos excepcionais, com as matas tropicais, embora as árvores se apresentem com diferentes portes dando a impressão de estratos. Numa análise mais detida, entretanto, se pode concluir que, na grande maioria das vezes, as espécies não fazem parte em caráter permanente e definitivo de um estrato dado mas nele permanecem apenas por algum tempo.

Ainda um caráter diferencial das florestas tropicais úmidas é a grande variedade de formas dos troncos das árvores. Ocorrem troncos em forma de feixes de varas retos ou entrelaçados; troncos com fendas e cavidades; troncos com sapopemas; troncos completamente lisos e outras formas. O comprimento dos caules e a altura das árvores difere, também, notavelmente. Na amazônia a altura dos caules mais altos regula de 40 a 45 metros. Nas espécies não emergentes esta altura oscila entre 20 e 25 metros (HEINSDIJK & BASTOS<sup>15</sup>).

### 2.1.1. FLORESTA AMAZÔNICA

As formações florestais amazônicas são comumente classificadas em quatro grandes grupos em função do regime hídrico do solo. Neste sentido, chama-se Mangal a formação florística sobre solos de aluvião recente da costa atlântica, no Estado do Pará e no T.F. do Amapá; Mata de Várzea que ocorre nos terrenos aluviais ao longo dos rios; Mata de Terra Firme que se forma nos terrenos mais altos não atingidos pelas águas das enchentes e dotados de boa drenagem; Mata de Igapó em terrenos baixos permanentemente inundados por deficiência de drenagem (HEINSDIJK & BASTOS<sup>15</sup>).

A floresta amazônica, com exceção da do Estado do Acre, não é contínua. Apresentam-se, no meio da mata de grande porte, manchas de formação diferente, via de regra, na forma de campos abertos ou cerrados.

A economia regional, historicamente, se fixou e se desenvolveu em torno da coleta de produtos da floresta. A extração de látex para produção de borracha criou um ciclo, marcou uma época. Região de baixa densidade demográfica não sofrendo pressões colonizadoras admite a estruturação de uma economia com base na exploração da floresta nativa em transição para uma agricultura preferentemente, de cultivos perenes. Esta linha de ação se coaduna com as origens históricas da economia amazônica e está em perfeita consonância com a ecologia tropical úmida podendo-se, assim, alcançar um compromisso de harmonia entre o desenvolvimento sócio-econômico e a preservação do meio ambiente (WISNIEWSKI<sup>50</sup>).

A exploração racional e íntegra do potencial florestal nativo pressupõe a criação de uma infra-estrutura adequada a

lêm de outros investimentos vultosos no setor da industriali  
zação da madeira incluindo o beneficiamento das espécies no  
bres na forma de serrados, laminados, compensados e outros e  
a transformação em pastas para papel das sobras e de todas as  
demais espécies inaptas para aproveitamento em serraria. O re  
florestamento com espécies nativas ou exóticas das áreas des  
bravadas, ou manejo adequado da floresta, assegurará ao empre  
endimento um caráter de atividade econômica permanente.

A correta avaliação das funções ecológicas desempenha  
das pela floresta nas regiões tropicais úmidas é uma premissa  
fundamental que deve condicionar o processamento de desenvol  
vimento destas áreas que ainda constituem um desafio. Solu  
ções válidas para problemas específicos de regiões de ecolo  
gia temperada não podem ser simplesmente transferidas para o  
ambiente tropical úmido. O revestimento florístico destas re  
giões pode ser modificado ou substituído em função da conveni  
ência do homem mas, não pode ser destruída a fisionomia flores  
tal com impunidade.

O aproveitamento do imenso potencial florístico da Ama  
zônia com racionalidade é uma das opções mais indicadas sobre  
as quais se deve estruturar a economia regional sólida, está  
vel e permanente.

A Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia  
(SUDAM), órgão incumbido de traçar em caráter normativo as  
grandes linhas do desenvolvimento regional, interpretando cor  
retamente a vocação amazônica, vem demonstrando vivo interes  
se em relação à avaliação das possibilidades, em termos econô  
micos, das imensas reservas florestais da área.

## 2.2. A FLORESTA TROPICAL E A FABRICAÇÃO DE CELULOSE E PAPEL

Deve-se considerar que a utilização de madeiras tropicais em mistura já ultrapassou, na verdade, o estágio da pesquisa, para entrar na fase econômica da produção industrial. Segundo PETROFF<sup>33</sup>, havia em 1972, dois grandes projetos papelleiros em implantação na África sendo um deles no Gabão com capacidade de 250.000 t/ano de pasta alvejada e o outro na Costa do Marfim com capacidade produtiva de 150.000 t/ano de pasta alvejada, com expansão para 300.000 t/ano. Além desses complexos papelleiros encontra-se em construção, a nordeste de Hanoi, na República Socialista do Vietnam, uma unidade para produção de 48.000 toneladas de pasta sulfato alvejada com base no bambu e outras madeiras da floresta natural (BRAUNS<sup>8</sup>).

A Colômbia acaba de implantar um complexo papelleiro na cidade de Cali tendo como matéria prima misturas de madeiras tropicais. Nesta fábrica se vem produzindo papelão corrugado com 100% de pastas provenientes de misturas de madeiras tropicais (AZEVEDO CORREA<sup>5</sup>).

### 2.2.1. ANTECEDENTES

No Brasil e mais especificamente em relação à Amazônia, o interesse pelo aproveitamento da floresta nativa na indústria de celulose e papel, data de mais de 20 anos. Já em 1954 foi feito um estudo em escala semi-industrial, de polpaagem de uma mistura de 11 espécies Amazônicas pela Sociedade Isorel, em Casteljaloux, na França. O processamento utilizado para a desinteração da madeira foi o "Isogrand"(VILLIERE<sup>49</sup>). O Instituto de Pesquisas Tecnológicas da Universidade de São Paulo (IPT) e o Instituto Nacional de Tecnologia (INT) atra-

vés de trabalhos levados a efeito por seus pesquisadores contribuíram ponderavelmente para um melhor conhecimento das possibilidades papeleiras das essências amazônicas consideradas isoladamente ou em mistura, devendo se realçar os trabalhos de MOURA<sup>30</sup>, OVERBECK<sup>31</sup>, CARVALHO<sup>9</sup>.

Os órgãos regionais de pesquisa, o INPA (Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia) e o IPEAN (hoje CPATU - Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido), há quase dez anos vêm desenvolvendo um programa de pesquisas papeleiras com base no potencial florestal nativo da Hiléia (MELO et al.<sup>23, 24</sup><sup>25, 26</sup>, AZEVEDO CORREA & LOBATO<sup>2, 4</sup>, RIBEIRO & LUZ<sup>38</sup>).

Em 1970 a SUDAM financiou a execução de um experimento em escala industrial visando a produção de pasta química e papel com base em mistura de madeiras oriundas do maciço florestal do Curuá-Una, no Estado do Pará. Na fábrica de celulose e papel Simão, em Jacarei, São Paulo, foram produzidos 106.730 kg de celulose alvejada pela polpagem, pelo processo Soda Enxofre, de 222.890 kg de uma mistura de madeiras de 11 diferentes espécies sendo que 60,6% da mistura era constituída da espécie Taxi-pitomba (Sclerolobium Paraensis Hub. Leguminosae-Caesalpinioideae). O rendimento em celulose alvejada seca ao ar foi de 47,8%. Na fábrica de papel Gretisa S/A, Rio de Janeiro, a partir desta celulose foram produzidas 40 toneladas de papel com diversas gramaturas (SUDAM<sup>47</sup>).

Os resultados obtidos nesta experiência foram altamente encorajadores ainda que inadequações de planejamento do experimento não autorizem a tirar conclusões definitivas.

Com efeito, as condições de polpagem e o processamento para obtenção do papel da mistura das madeiras amazônicas fo

ram as mesmas utilizadas para o Eucaliptus num pressuposto de difícil aceitação de que estas condições são as mais indicadas, isto é, aquelas que determinam as melhores qualidades no produto em condições as mais econômicas.

A proporção das madeiras na mistura não foi representativa, aliás, o Taxi-pitomba (Sclerolobium Paraensis Hub.), tomado na proporção de 60,6%, é que imprimiu as características da pasta obtida. Segundo o consenso geralmente aceito, uma mistura de madeiras oriundas de diferentes espécies é suficientemente representativa de uma população maior, quando a soma dos indivíduos pertencentes a estas espécies é maior do que 50% do número total de árvores desta população (PETROFF<sup>32</sup>; RODRIGUES<sup>40</sup>). Ora, as espécies em número de 11 selecionadas para compor o "coquetel" totalizam no máximo, 26% do número de árvores que ocorrem e correspondem, em volume de madeira, a apenas 20,13% do volume total da madeira. Na mistura figuram espécies como o Marupá (Simaruba amara), Uxirana (Ventanea parviflora) e Pau Branco (Drypetes variabilis), com um índice de presença inferior a 30% e com uma contribuição média para compor o volume da madeira disponível menor do que 0,25%, o que comprova ser a mistura processada bastante arbitrária e não representativa da floresta de origem.

PETROFF<sup>32</sup> e colaboradores, estudando o potencial papel do maciço florestal do Edea, na República dos Camarões, uma formação florística situada na faixa tropical úmida, tal como a do maciço florestal Planalto I, ao longo da Santarém-Cuiabá, encontrou notável heterogeneidade de comportamento das espécies nos processos de polpagem e nas características físico-mecânicas das fibras.

Estes fatores de variação numa população de composição altamente heterogênea, sugerem a conveniência de se fazer o estudo de seu potencial papelero com base em diversas hipóteses. PETROFF<sup>32</sup>, com efeito, partindo de 3 hipóteses diferentes, formulou as três seguintes misturas básicas:

Mistura nº 1: Incluindo todas as espécies arbóreas de maior ocorrência e de maior contribuição na formação total do volume da madeira. As espécies selecionadas, em número de 40, foram misturadas na mesma proporção de participação média na formação de uma unidade de área do maciço florestal estudado e elas perfazem 58% do volume total da madeira disponível.

Mistura nº 2: A mesma do item anterior com exclusão de 15 espécies, que pelo estudo individualizado, foram identificadas como apresentando características papeleras deficientes.

Os critérios considerados nessa triagem, um tanto subjetivos, levaram em conta as densidades elevadas (acima de 0,9); a dificuldade de polpagem (número de permanganato acima de 30); e, finalmente, os baixos valores nas provas físico-mecânicas (estouro, autoruptura, dobras e rasgo).

Mistura nº 3: Incluindo todas as espécies da mistura anterior divididos em dois subgrupos, em função do comprimento das fibras.

Mistura nº 3A: Nesse subgrupo foram colocadas, em mistura, todas as madeiras consideradas de fibra longa. O critério adotado foi o comprimento médio das fibras acima de 1,5 milímetros.

Mistura nº 3B: Incluíram-se nesse subgrupo, as madeiras consideradas de fibra curta, com o comprimento médio abaixo de 1,5 milímetros.

Com base no estudo dessas 3 misturas PETROFF emitiu as seguintes conclusões, em síntese:

1 - Comparando-se as misturas de nº 1 e 2, como observação de natureza mais geral, constata-se que a eliminação das espécies com propriedades papeleras consideradas deficientes (Mistura 2) não modifica substancialmente as características físico-mecânicas da polpa. A seleção ou triagem das espécies arbóreas (Mistura 2) parece oferecer apenas pequena vantagem em relação ao comportamento da mistura no cozimento e, mesmo essa pequena vantagem, deixa certa dúvida sobre se se trata efetivamente de uma consequência da eliminação das espécies deficientes ou se trata de mera variabilidade e portanto não significativa nas condições experimentais do estudo.

2 - A polpa não alvejada da Mistura nº 2 apresenta, aparentemente, propriedades mecânicas melhores do que a de nº 1, dados que são um pouco mais elevados os valores de autoruptura, estouro, dobras e em menor escala os valores de rasgo.

Na forma alvejada, entretanto, essa relação se inverteu pois os valores médios e as características das polpas da Mistura nº 2, aparentemente, apresentaram-se menos favoráveis do que as da Mistura nº 1.

3 - As Misturas específicas 3A e 3B deram resultados que corresponderam inteiramente às expectativas. Com efeito, as misturas com expectativa de produzir elevados valores de autoruptura de fato o produziram. As misturas com expectativas de baixos valores de rasgo, produziram, efetivamente, os mais baixos valores de rasgo.

AZEVEDO CORRÊA & LOBATO<sup>3</sup> levaram a efeito um estudo das possibilidades papeleras do maciço florestal ao longo da

rodovia Manaus-Itacoatiara, no Estado do Amazonas, partindo de hipóteses idênticas às formuladas por PETROFF<sup>32</sup>. As misturas das madeiras atenderam os mesmos critérios adotados para o estudo do maciço florestal de Edea, na África Equatorial. As conclusões do estudo do maciço florestal ao longo da Manaus-Itacoatiara confirmaram os resultados obtidos por PETROFF<sup>32</sup>.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. MATERIAL

##### 3.1.1. ÁREA DE ESTUDO

###### Razões determinantes da seleção da área de estudo

Visando um desenvolvimento mais acelerado da Região Norte do Brasil, o Governo Federal criou, em 1974, o Programa de Pólos Agropecuários e Agrominerais da Amazônia, onde consideráveis recursos financeiros deverão ser aplicados com aquela finalidade. Um dos 15 Pólos previamente selecionados é o Pólo Tapajós que abrange, exatamente, a área objeto do presente estudo.

A implantação de uma fábrica de celulose e papel requer, dentre outras exigências, que a presença de matéria prima, mão-de-obra, energia e transporte sejam levados em consideração.

Com relação a matéria prima, cerca de um milhão de hectares florestados são disponíveis de acordo com o inventário realizado na formação Planalto I. Estudos recentes realizados pela Petrobrás dão conta da existência, no município de Aveiro, de um valor estimado de alguns trilhões de salgema, em camadas alternadas com anidrita ( $SO_4Ca$ ). Sabe-se que do salgema obtêm-se, por eletrólise, cloro, hidróxido de sódio,

ácido clorídrico e hipoclorito, matérias primas indispensáveis nos processos de polpagem e branqueamento de uma indústria papeleira. Na Serra da Mulata, município de Monte Alegre e, no município de Itaituba, foram cubados, respectivamente, 30 milhões de toneladas e 1,5 bilhões de toneladas de calcáreo. O calcáreo é intensamente utilizado na recuperação da lixívia negra, resultante do cozimento de madeira pelo processo Sulfato.

A mão-de-obra, embora não especializada, mas que poderá ser treinada na própria fábrica, poderá ser encontrada na cidade de Santarém. Aliás, a implantação da indústria nas proximidades de Santarém, não só permitiria a utilização da energia gerada pela hidroelétrica de Curuá-Una, como contribuiria para a solução dos problemas de educação, de saúde e recreação dos funcionários e suas famílias.

O escoamento da celulose e do papel fabricados poderá ser efetuado por via fluvial, utilizando-se os rios Tapajós e Amazonas, até o porto de Belém, e por via terrestre, através da rodovia Santarém-Cuiabá, em direção ao sul do Brasil.

Finalmente, o caulim utilizado para o recobrimento de certos tipos de papeis, poderá ser adquirido do já em funcionamento Projeto Jari, com cerca de 100 milhões de toneladas cubadas, ou das minas localizadas no município de Capim, com cerca de 550 milhões de toneladas.

#### A floresta ao longo da Rodovia Santarém-Cuiabá - Floresta do tipo Planalto I

Existem três inventários florestais cobrindo a região compreendida entre os rios Tapajós e Xingu, ao sul do Amazonas, no Estado do Pará, área objeto do presente estudo (Figura 2).

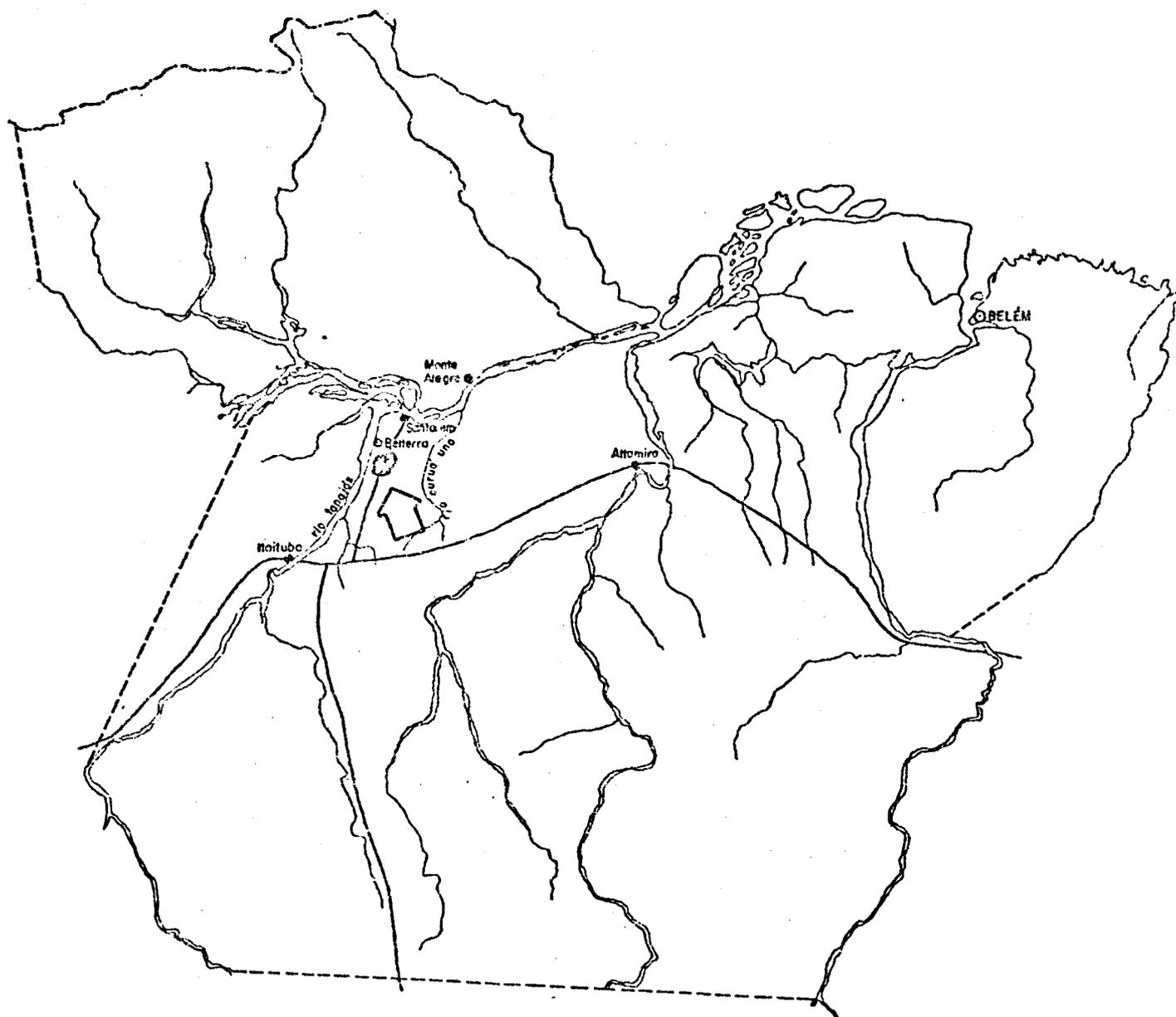


Figura 2 - Mapa do Estado do Pará com a localização da área estudada.

Escala 1/8.000.000

Os levantamentos mais recentes incluem os trabalhos executados pela equipe técnica do Grupo de Operações da Amazônia do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) e se relaciona à faixa ao longo da Santarém-Cuiabá desde o quilômetro 50 até o quilômetro 217 abrangendo 3 quilômetros de cada lado da citada rodovia (IBDF - GOA<sup>16</sup>).

O levantamento executado pelo Projeto RADAM (BRASIL-Ministério das Minas e Energia<sup>7</sup>) foi baseado principalmente em técnica de fotointerpretação com trabalho de campo relativamente restrito.

Em ambos os inventários só foram consideradas as árvores com diâmetro igual ou maior do que 45 cm DAP, no primeiro dos citados levantamentos e no inventário do Projeto RADAM apenas as árvores com circunferência igual ou maior do que um metro medida a altura do peito (DAP). Assim sendo não foi possível utilizar plenamente nenhum dos dois inventários mais recentes, uma vez que o objetivo do presente estudo é a determinação do potencial papeleiro incluindo todas as árvores e especialmente aquelas que não apresentem viabilidade ou interesse para beneficiamento em serraria e portanto, na maioria das vezes as de menor diâmetro.

O terceiro inventário disponível da região entre o Tapajós e o Xingu foi executado pela Missão FAO entre os anos de 1956/1961 (SUDAM<sup>6</sup>). Nestes idos ainda nem havia o mais remoto prognóstico de que um dia esta região selvática seria cortada por uma rodovia de importância Nacional, a Santarém-Cuiabá.

A metodologia utilizada na execução deste inventário se acha descrita no vol. I sob o título "Levantamentos Florestais realizados pela Missão FAO na Amazônia, 1956/1961 (SUDAM<sup>6</sup>).

Na área compreendida entre o Tapajós e o Xingu foram inventariados dois milhões e quinhentos mil hectares de mata de Terra Firme. Este maciço foi dividido em seis tipos florestais sendo 4 no planalto e 2 nos flancos. Praticamente todas as espécies encontradas nas formações de planalto são também encontradas nas de flanco, mas quase sempre com um desenvolvimento menor.

Como base do presente estudo foi tomado o inventário do tipo florestal Planalto I. Esta formação se estende na parte mais alta ao sul da cidade de Santarém e tem limites desde o fim da agricultura nômade até o rio Curuá-Una ao sul e leste e a oeste limita com o rio Tapajós.

Foram identificadas, nesta área, 217 espécies, e a ocorrência média de árvores/ha com diâmetro igual ou maior do que 25 cm DAP foi de 107, valor que pode ser considerado moderado. O volume médio de madeira foi estimado em 226,2 m<sup>3</sup>/ha, razoavelmente elevado. Comparando-se estes números com os relativos ao maciço florestal inventariado por RODRIGUES<sup>40</sup>, ao longo da estrada Torquato Tapajós (Manaus-Itacoatiara) no Estado do Amazonas (Quadro 3) verifica-se que a floresta tapajônica é bem mais rica e exuberante.

QUADRO 3 - Dados comparativos dos maciços florestais localizados nas rodovias Santarém-Cuiabá (PA) e Manaus-Itacoatiara (AM) sendo computadas todas as árvores com diâmetro igual ou superior a 25 cm DAP

Maciço florestal	árvore/ha	Vol. madeira m <sup>3</sup> /ha
Santarém-Cuiabá	107	226,2
Manaus-Itacoatiara	100	102,5

A composição florística destes dois maciços apresenta, também, notável diferença conforme se pode ver no quadro 4.

QUADRO 4 - Distribuição das principais famílias e sua contribuição em madeira ( $m^3/ha$ ) na formação de dois maciços florestais amazônicos.

Famílias	Santarém-Cuiabá		Manaus-Itacoatiara	
	Vol. madeira $m^3/ha$	%	Vol. madeira $m^3/ha$	%
<u>Leguminosae</u>	53,21	23,52	2,55	2,50
<u>Lecythidaceae</u>	45,17	20,00	10,72	10,46
<u>Sapotaceae</u>	19,61	8,67	16,93	16,51
<u>Apocynaceae</u>	14,35	6,25	-	-
<u>Lauraceae</u>	11,99	5,30	1,22	1,19
<u>Rosaceae</u>	0,44	0,20	4,84	4,72
<u>Bombacaceae</u>	0,29	0,14	4,18	4,08

OBS. Os dados foram calculados com base nos inventários florestais da Missão FAO (SUDAM<sup>46</sup>, RODRIGUES<sup>40</sup>).

Pela análise do Quadro 4 pode-se observar e concluir que na floresta ao longo da Santarém-Cuiabá as espécies que mais ocorrem pertencem à família Leguminosae, mas são relativamente pouco representadas na formação Manaus-Itacoatiara em volume. Nesta última formação as espécies que predominam pertencem à família Sapotaceae que, por sua vez, no maciço Santarém-Cuiabá ocupam, em ordem decrescente de presença, escassamente, o terceiro lugar com 8,76% do volume da madeira disponível. Observa-se, ainda, que na formação Manaus-Itacoatiara 40 espécies pertencentes a 27 gêneros e 14 famílias perfazem pouco mais de 50% do volume total da madeira em  $m^3/ha$ . No tipo

florestal Planalto I, ao longo da Santarém-Cuiabá, apenas 32 espécies pertencentes a 20 gêneros e 3 famílias perfazem mais de 50% do volume total da madeira.

A floresta tapajônica tipo Planalto I, se evidencia, pois, menos heterogênea do que a formação ao longo da Manaus-Itacoatiara.

### 3.1.2. COLETA E PREPARO DAS AMOSTRAS

Das 217 espécies identificadas no tipo florestal Planalto I foram selecionadas 70, as mais frequentes e com maior participação na composição do volume da madeira, como pode ser observado no Quadro 5, no qual incluem-se também as densidades correspondentes.

Estas espécies, no conjunto, somam 83,99% do volume da madeira e correspondem a 76,76% do número total de árvores/hectare (Quadro 5). Trata-se, pois, de uma amostragem bem representativa desta formação florestal.

As amostras foram coletadas na própria área objeto do presente estudo pelo abate das árvores e separação de 3 toras de 1 m de comprimento cada uma, da base, do meio e da parte superior de cada fuste (Figura 3). A identificação dessas árvores foi feita por especialista no próprio local e, no caso de dúvida, o material botânico foi encaminhado ao Laboratório de Botânica do CPATU.

De cada espécie foi abatida somente uma árvore uma vez que o objetivo principal do trabalho não é o de determinar a variabilidade entre árvores e sim, entre misturas, como já foi definido anteriormente (página 3).

Quadro 5 - Espécies estudadas

NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA	Nº de árv./ha	Volume m <sup>3</sup> /ha	% total vol./ha	densidade** g/cm <sup>3</sup>
Melancieira	<u>Alexa grandiflora</u> <u>Ducke</u>	Leguminosae	0,47	2,21	0,977	0,62
Muiratauí	<u>Apuleia molaris</u> <u>Spruce ex Benth</u>	Leguminosae	0,22	1,44	0,636	0,98
Carapanaúba <u>a</u>	<u>Aspidosperma auriculatum</u> <u>Markgraf</u>	Apocynaceae (				0,96
Carapanaúba <u>b</u>	<u>Aspidosperma carapanauba</u> <u>Pichon</u>	Apocynaceae (	0,40	5,21	2,305	0,84
Carapanaúba <u>c</u>	<u>Aspidosperma oblongum</u> <u>A.D.C.</u>	Apocynaceae (				0,92
*Muiracatiara <u>a</u>	<u>Astronium gracile</u> <u>Engl.</u>	Anacardiaceae (				0,95
*Muiracatiara <u>b</u>	<u>Astronium lecointei</u> <u>Ducke</u>	Anacardiaceae (	0,42	1,96	0,866	0,75
*Tatajuba	<u>Bagassa guianensis</u> <u>Aubl.</u>	Moraceae	0,13	0,89	0,355	0,80
*Castanha-do-Brasil	<u>Bertholletia excelsa</u> <u>H.B.K.</u>	Lecythidaceae	0,55	6,82	3,015	0,72
*Sucupira	<u>Bowdichia nitida</u> <u>Spruce ex Benth</u>	Leguminosae	0,23	0,80	0,330	0,77
Amapá Amargoso	<u>Brosimum amplicoma</u> <u>Ducke</u>	Moraceae (				0,74
Muirapiranga	<u>Brosimum longistipulatum</u> <u>Ducke</u>	Moraceae (	3,16	4,48	1,980	0,91
Mururé	<u>Brosimum obovatum</u> <u>Ducke</u>	Moraceae	1,04	1,99	0,880	0,70
*Andiroba	<u>Carapa guianensis</u> <u>Aubl.</u>	Meliaceae	0,55	1,33	0,588	0,72

Quadro 5 - Continuação

NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA	Nº de árv./ha	Volume m <sup>3</sup> /ha	% total vol./ha	densidade*** g/cm <sup>3</sup>
Piquiarana da Terra Firme.	<u>Caryocar glabrum (Aubl.) Pers</u>	Caryocaraceae(	0,22	2,39	1,056	0,80
*Piquiã	<u>Caryocar villosum (Aubl.) Pers</u>	Caryocaraceae(				0,82
*Cedro Vermelho	<u>Cedrela odorata L.</u>	Meliaceae	0,15	0,81	0,360	0,49
Pau de Remo	<u>Chimarrhis turbinata Ducke</u>	Rubiaceae	2,92	4,59	2,030	0,60
Copaíba	<u>Copaifera duckei Dwyer</u>	Leguminosae	1,01	4,56	2,016	0,47
*Freijó	<u>Cordia goeldiana Huber</u>	Boraginaceae	1,25	1,97	0,871	0,56
Tauari <u>a</u>	<u>Couratari sp nº 1</u>	Lecythidaceae(				0,88
Tauari <u>b</u>	<u>Couratari sp nº 4</u>	Lecythidaceae(	3,58	16,90	7,471	0,88
Cumaru	<u>Dipteryx odorata (Aubl.) Willd</u>	Leguminosae	0,34	1,02	0,451	0,97
Tamboril	<u>Enterolobium maximum Ducke</u>	Leguminosae (				0,90
Faveira de Rosca	<u>Enterolobium schomburgkii Benth</u>	Leguminosae (	0,73	4,27	1,887	0,90
Matã-Matã Vermelho	<u>Eschweilera amara (Aubl.) NDZ</u>	Lecythidaceae(				1,10
Matã-Matã	<u>Eschweilera apiculata (Miers)Ac GM</u>	Lecythidaceae(	4,93	4,49	1,984	0,92
Matã-Matã Branco	<u>Eschweilera odora (Poepp) Miers</u>	Lecythidaceae(				0,92
Acarirana	<u>Geissospermum sericeum BTH et Hook</u>	Apocynaceae	1,14	1,72	0,760	0,92

Quadro 5 - Continuação

NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA	Nº de árv./ha	Volume m <sup>3</sup> /ha	% total vol./ha	densidade** g/cm <sup>3</sup>
*Cupiuba	<u>Goupia glabra Aubl.</u>	Celastraceae	0,62	2,37	1,048	0,84
*Jarana	<u>Holopyxidium jarana (Huber) Ducke</u>	Lecythidaceae	4,93	14,45	6,388	0,84
*Jutaí-Açu	<u>Hymenaea courbaril L.</u>	Leguminosae	1,16	8,35	3,698	0,94
Jutaí-Mirim	<u>Hymenaea parvifolia Huber</u>	Leguminosae	0,88	1,18	0,522	1,05
Ingá	<u>Inga alba (Sw) Willd</u>	Leguminosae	3,45	3,12	1,380	0,81
Pará-Pará	<u>Jacaranda copaia (Aubl.) D.Don</u>	Bignoniaceae	0,70	1,58	0,700	0,40
Caraípe	<u>Licania kunthiana Hookf.</u>	Rosaceae (	1,00	0,83	0,370	0,93
Caraíperana	<u>Licania micrantha Miq.</u>	Rosaceae (				0,94
*Maçaranduba	<u>Manilkara huberi Standley</u>	Sapotaceae	1,86	9,16	4,050	0,90
*Itaúba	<u>Mezilaurus itauba (Meissn) Taub.</u> <u>ex Mez</u>	Lauraceae	1,51	5,02	2,219	0,78
Acariuba	<u>Minuartia guianensis Aubl.</u>	Olacaceae (				1,13
Aquariquara	<u>Minuartia punctata (Radlk)</u>	(	1,24	1,46	0,645	
	<u>Sleuner</u>	Olacaceae (				1,13

Quadro 5 - Continuação

NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA	Nº de árv./ha	Volume m <sup>3</sup> /ha	% total vol./ha	densidade** g/cm <sup>3</sup>
Louro Tamanco	<u>Nectandra cuspidata</u> Ness	Lauraceae (				0,60
*Louro Preto	<u>Nectandra mollis</u> Ness	Lauraceae (	5,66	6,97	3,081	0,60
*Louro Vermelho	<u>Ocotea rubra</u> Mez	Lauraceae (				0,56
Tento da Terra Firme	<u>Ormosia paraensis</u> Ducke	Leguminosae	0,89	1,30	0,574	0,20
Paricã da T.Firme	<u>Parkia multijuga</u> Benth	Leguminosae	0,16	0,76	0,336	0,44
Faveira Folha Fina	<u>Piptadenia suaveolens</u> Miq.	Leguminosae	1,91	6,58	2,910	0,71
Faveira Achui	<u>Pithecelobium elegans</u> Ducke	Leguminosae (				0,59
Faveira	<u>Vataireopsis speciosa</u> Ducke	Leguminosae (	0,46	1,19	0,526	0,59
Abiurana <u>a</u>	<u>Pouteria biloculares</u> (H. HINHL) Baehni	Sapotaceae (				1,00
Abiurana <u>b</u>	<u>Pouteria egregia</u> Sandaw	Sapotaceae (				1,00
Abiurana <u>c</u>	<u>Pouteria eugeniifolia</u> (Pierre)	(				
	<u>Baehni</u>	Sapotaceae (	7,58	10,45	4,620	1,00
Abiurana Ucuubarana	<u>Pouteria guianensis</u> Aubl.	Sapotaceae (				1,00
Abiurana <u>d</u>	<u>Richarcella</u> sp	Sapotaceae (				1,00
Abiucubarana	<u>Syzygiopsis oppositifolia</u> Ducke	Sapotaceae (				1,00
Imbaubarana	<u>Pourouma guianensis</u> Aubl.	Moraceae	1,47	1,19	0,526	0,33

Quadro 5 - Continuação

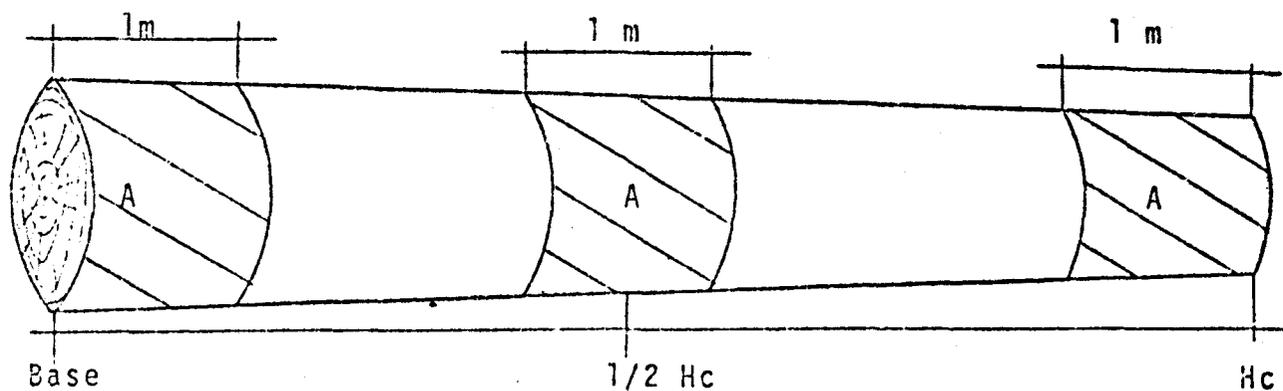
NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA	Nº de árv./ha	Volume m <sup>3</sup> /ha	% total vol./ha	densidade** g/cm <sup>3</sup>
Breu Branco	<u>Protium sp.</u>	Burseraceae (				0,61
Breu Vermelho	<u>Protium decandrum March</u>	Burseraceae (				0,57
Breu Sucuruba	<u>Trattinichia rhoifolia Willd</u>	Burseraceae (	7,27	5,10	2,255	0,40
Breu Grande	<u>Tetragastris altissima (Aubl.) Swart</u>	Burseraceae (				0,68
Envira Preta	<u>Rollinia exzucca (Dunal) A.DC.</u>	Annonaceae	1,12	1,14	0,503	0,43
Urucurana	<u>Sloanea nitida G. Don</u>	Elaeocarpaceae	1,23	1,12	0,500	0,65
Tachi Branco	<u>Tachigalia alba Ducke</u>	Leguminosae(				0,68
Tachi Preto	<u>Tachigalia myrmecophila Ducke</u>	Leguminosae(	6,92	17,99	7,953	0,68
Tachirana	<u>Sclerolobium aff Chrysophyllum</u>	Leguminosae(				0,71
*Pau d'arco Amarelo	<u>Tabebuia serratifolia (VAHL) Nichols</u>	Bignoniaceae(				0,89
*Pau d'arco Roxo	<u>Tabebuia impetiginosa (Mart. ex DC) Standley</u>	Bignoniaceae(	0,55	1,70	1,194	0,92
*Cuiarana	<u>Terminalia amazonia Exell in Pulle</u>	Combretaceae	0,90	3,89	1,719	0,80

Quadro 5 - Continuação

NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA	Nº de árv./ha	Volume m <sup>3</sup> /ha	% total vol./ha	densidade** g/cm <sup>3</sup>
*Ucuúba	<u>Virola surinamensis</u> Roll Warb.	Myristicaceae	4,21	7,31	3,231	0,50
*Quaruba	<u>Vochysia maxima</u> Ducke	Vochysiaceae	0,86	4,94	2,184	0,55

\* Madeiras adequadas para serrarias (COSTA FILHO<sup>12</sup>)

\*\* (MELO & GOMES<sup>28</sup>), (LOUREIRO & SILVA<sup>21</sup>), (MELO & MÜLLER<sup>29</sup>), (LE COINTE<sup>18</sup>).



Hc = altura comercial

A = madeira utilizada no estudo

FIGURA 3 - Método de retirada das amostras.

## 3.2. MÉTODOS

### 3.2.1. OS CRITÉRIOS PARA AS FORMULAÇÕES DAS MISTURAS

Na avaliação do potencial papeleiro do maciço florestal Planalto I, objeto do presente estudo, adotaram-se premissas basicamente utilitárias, partindo do princípio de que os trabalhos de PETROFF<sup>32</sup>, AZEVEDO CORRÊA<sup>3</sup>, IJFF<sup>17</sup> e outros, já evidenciaram, sem margem de dúvidas, a possibilidade da obtenção de polpas papeleiras em condições técnicas e econômicas vantajosas processando madeiras das florestas equatoriais, em mistura. A deslignificação de madeiras de espécies folhosas, por outro lado, pelos processos Soda, Sulfato e Sulfito neutro também, desde antes de 1950, já haviam sido comprovados como os mais eficientes e por isso os mais indicados (IJFF<sup>17</sup>).

Diante do fato de que os volumes de produção e de exportação de madeiras beneficiadas vem crescendo de ano para ano, no Estado do Pará, atingindo, em 1978, o valor de 47 milhões de dólares, em números redondos correspondentes a 28,7% das exportações do Estado e ocupando depois da pimenta-do-reino, o segundo produto na pauta das exportações, esta circunstância serviu de ponto de partida para concepção de três hipóteses de exploração do maciço florestal Planalto I sob um critério eminentemente utilitário.

Mistura A: Admite a polpagem das madeiras de todas as espécies de maior frequência, (Quadro 5), em mistura, na mesma proporção de participação na formação do total volume da madeira, por unidade de área. Essa mistura, portanto, não exclui as madeiras nobres, vocacionadas para serraria e, na verdade, ela constitui, no presente estudo, apenas uma mistura de referência.

Mistura B: Engloba somente as espécies não tradicionalmente utilizadas para fins de beneficiamento em serraria, laminação e outros. Das 70 espécies relacionadas no Quadro 5 e que entram na composição das misturas da Mistura A, 21 delas são eliminadas, perfazendo 30%. De acordo com a Mistura B, por isso, eliminadas as espécies aptas para beneficiamento em serraria, assinaladas com asterisco (COSTA FILHO<sup>12</sup>), as remanescentes, destinadas para polpagem, formando 49 espécies, representam 54,52% do número médio de árvores por hectare e 49,25% do volume original da madeira.

Mistura C: Admite a mistura e polpagem de todas as espécies incluídas na Mistura A (Quadro 5), entretanto, as madeiras aptas para beneficiamento em serraria, somando 21 espécies, de acordo com a Mistura B, entrando nas misturas na proporção de apenas 30% do volume de participação na formação da floresta. De acordo com a Mistura C, portanto, aceita-se a idéia de que, extraídos os toros de madeira de lei que seriam encaminhados para as serrarias, ou outro tipo de indústria madeireira, as sobras e os refugos inaptos para beneficiamento seriam aproveitados, em mistura com as demais espécies, na polpagem. A fixação em 30% para os desperdícios e sobras (galhos), uma taxa bastante baixa, é uma estimativa subjetiva e inteiramente arbitraria.

Acredita-se que as hipóteses ora sugeridas para as misturas sejam de maior aplicabilidade prática que as referidas anteriormente por PETROFF e outros.

A composição das misturas, para efeito de polpagem e outras determinações, foi feita admitindo-se as mesmas proporções em peso com que cada uma das espécies entra na formação

do peso total da madeira por hectare de floresta.

O grau de representatividade das 3 misturas de madeiras concebidas, no concernente à composição do maciço florestal Planalto I, pode ser estimado da seguinte maneira:

Mistura A: Altamente representativa com 76,76% do número médio de árvores e 83,55% do volume de madeira disponível, por hectare.

Mistura B: Apenas representativa com 54,52% do número de árvores por hectare e 49,25% do volume da madeira.

Mistura C: Moderadamente representativa com 61,19% do número de árvores e 59,54% do total do volume da madeira.

### 3.2.2. ANÁLISES QUÍMICAS E CARACTERÍSTICAS MÉTRICAS DAS FIBRAS

As amostras de madeira representativas das diversas espécies foram serradas transversalmente obtendo-se discos de 2,5cm de altura os quais foram, a seguir e manualmente, por meio de uma faca, convertidos em cavacos com aproximadamente 0,5 x 2,0 x 2,5 cm. Secos à temperatura de  $40 \pm 4^{\circ}\text{C}$  em estufa elétrica, com circulação de ar, parte destes cavacos foi separada para as análises químicas tendo sido previamente e convenientemente triturados e tamizados em peneira de 40 e 60 mesh.

Nas determinações químicas das espécies isoladas e das misturas foram utilizados os métodos preconizados pela Technical Association of the Pulp and Paper Industry (TAPPI<sup>48</sup>) e pela Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel (ABCP<sup>1</sup>) constante das seguintes determinações com os respectivos métodos:

<u>Determinações</u>	<u>Métodos</u>
- Umidade	ABCP M 2/71
- Resíduo Mineral Fixo	TAPPI T15 OS-58

- Lignina	TAPPI 13 OS - 54
- Celulose Cross e Bevan	ABCP M 9/71
- Pentosanas	TAPPI T19 m-50
- Solubilidade em água fria e quente	ABCP M 4/68
- Solubilidade em NaOH a 1%	ABCP M 5/68
- Solubilidade em Álcool-benzeno	ABCP M 6/68
- Número de Permanganato	ABCP C 4/71
- Alkali Ativo Residual	TAPPI RC-287

Cada parâmetro foi feito em 3 repetições e os resultados referem-se as médias aritméticas correspondentes.

Para o exame micrográfico empregou-se o método de Schultze citado por SHIMOYA<sup>44</sup> em 1966, utilizando-se ácido nítrico 1:1 em vez de concentrado.

Cem medições de comprimento e cinquenta medições de largura e lúmen foram realizadas, determinando-se os valores mínimo, médio e máximo e calculando-se o coeficiente de variação, o desvio padrão, o comprimento relativo (relação entre o comprimento e a largura da fibra), o coeficiente de flexibilidade (relação entre o lúmen e a largura da fibra) e a espessura da parede.

### 3.2.3. OBTENÇÃO DAS POLPAS

#### 3.2.3.1. ESTUDO INDIVIDUAL DAS ESPÉCIES

Na obtenção das polpas de cada uma das 70 espécies em estudo, utilizou-se um autoclave giratório com capacidade de 20 litros, dotado de aquecimento indireto e controlado com regulador térmico automático.

De cada espécie foram realizados dois cozimentos, pelo processo Sulfato, num total de 140, nas seguintes condições

de trabalho:

- Madeira seca (U = 0%)	1.500 g
- Álcali ativo	16 e 18%
- Sulfidez	25%
- Temperatura	170°C
- Tempo de elevação	110 min.
- Tempo à temperatura de 170°C	60 min.
- Diluição	4:1

O Processo Sulfato foi escolhido por ser superior ao Processo Soda em relação a quantidade e custo operacional da polpa produzida. Além disso, é um processo que independe de selecionamento de madeiras face à sua notória flexibilidade, é altamente econômico, produz polpa de resistência satisfatória e de fácil branqueamento (CASEY<sup>10</sup>).

### 3.2.3.2. ESTUDO DAS MISTURAS

As características de polpagem das misturas A, B e C, feitas de acordo com o estabelecido no item 3.2.1., foram estudadas através de cozimentos pelos Processos Sulfato e NSSC, perfazendo um total de 27 cozimentos, sendo 18 pelo Processo Sulfato e 9 pelo Processo NSSC, conforme as seguintes condições operacionais:

#### Processo Sulfato

- Madeira seca (U = 0%)	1500 g
- Álcali ativo	18,20 e 22%
- Sulfidez	25%
- Temperatura	170°C
- Tempo de elevação	75 min.
- Tempo à temperatura de 170°C	30 e 60 min.
- Diluição	4:1

Processo NSSC

- Madeira seca (U = 0%)	1500 g
- Sulfito de Sódio	16%
- Carbonato de Sódio	5, 4 e 3%
- Temperatura	170°C
- Tempo de elevação	155 min.
- Tempo à temperatura de 170°C	120 min.
- Diluição	4:1

No processo NSSC, para todos os cozimentos, foi mantido constante tempo de 60 minutos para elevação da temperatura ambiente (de 27°C até 120°C) e de 35 minutos para elevação de 120°C a 170°C. Os tempos de 60 minutos a 120°C e 120 minutos a 170°C foram utilizados, respectivamente, para o patamar intermediário e final. As variações de tempo e de temperatura são necessárias para que ocorra uma melhor impregnação dos cavacos.

#### 3.2.4. TRATAMENTO DAS POLPAS

As polpas químicas obtidas foram lavadas, depuradas em classificador de fibras BH6/12 (tipo Brecht Holl) munido de peneira de 0,3 mm, secadas ao ar, refinadas a uma consistência de 6% a diferentes °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/m<sup>2</sup>. As polpas semiquímicas, após lavagem inicial, foram submetidas a um desfibramento em moinho de disco tipo Bauer e, em seguida, processadas de maneiras semelhantes às polpas químicas.

### 3.2.5. ENSAIOS FÍSICO-MECÂNICOS DAS POLPAS

Os ensaios físico-mecânicos foram realizados à temperatura de  $21 \pm 2^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa do ar de  $55 \pm 2\%$ , empregando-se aparelhos padronizados, com as seguintes características: Aparelho Elmendorf ED/1600 (para medir resistência ao rasgo); Dobrador de Folhas DF/200 - tipo Kohler-Molin (para medir a resistência ao vinco e a durabilidade de flexão); Aparelho Mullentester motorizado, tipo MT/MOT-A (para medir a resistência ao estouro) e Dinamômetro RE/A.30/5 (para medir a resistência a autoruptura).

### 3.2.6. DELINEAMENTO E ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento utilizado no experimento foi o inteiramente casualizado com 10 repetições para as variáveis ruptura, estouro, dobras e 5 repetições para a variável rasgo.

Os tratamentos no Processo Sulfato, em número de 6 para cada mistura, foram arranjados em esquema fatorial  $3 \times 2$  em que o primeiro fator foi concentrações de Álcali Ativo (18%, 20% e 22%) e o segundo fator, o tempo de cozimento (30 e 60 minutos).

No Processo NSSC, os tratamentos em número de 9, foram arranjados em esquema fatorial  $3^2$  em que o primeiro fator foi mistura de madeiras (Misturas A, B e C) e o segundo fator as concentrações (16% e 3%; 16% e 4%; 16% e 5%, respectivamente de Sulfito de Sódio e Carbonato de Sódio).

Os Quadros A.1 à A.4, no Anexo, permitem observar de uma maneira mais simples, os esquemas dos fatoriais usados e a identificação dos tratamentos para cada processo.

A variável Dobras por não apresentar distribuição nor

mal, foi transformada pela expressão  $\sqrt{x + 0,5}$ , onde o  $x$  é o número de Dobras (GOMES<sup>14</sup>).

Foram feitas as análises de Variância para cada variável e cada processo separadamente.

Para as comparações entre médias de tratamento utilizou-se o Teste SNK (Student Newman and Keuls). O teste SNK utiliza a tabela de Tukey e a técnica de Duncan e é bastante empregado quando se deseja maior rigor na análise e um perfeito balanceamento entre os erros do tipo I e II (SOARES<sup>45</sup>).

## 4. RESULTADOS

### 4.1. ANÁLISES QUÍMICAS

Os Quadros 6 e 7 agrupam, respectivamente, os resultados das análises químicas das 70 espécies estudadas individualmente e das misturas A, B e C. São apresentados os resultados dos parâmetros químicos - resíduo mineral fixo, celulose Cross & Bevan, lignina, pentosanas e solubilidades em água fria, água quente, NaOH a 1% e álcool-benzol.

Embora o maciço florestal em estudo seja constituído por dezenas de diferentes espécies das quais foram selecionadas 70, as mais representativas, os coeficientes de variação determinados para celulose, lignina e pentosanas foram relativamente baixos o que evidencia boa homogeneidade em relação a esses três componentes que são, na verdade, fatores dos mais importantes na polpagem da madeira para fabricação de papel. Com efeito, elevados teores de celulose e hemiceluloses pressupõem, também, elevados rendimentos, enquanto elevados teores de lignina indicam rendimentos mais baixos além de diminuição da resistência das polpas e aumento da opacidade do papel, afora um alto consumo de reagentes químicos durante a polpagem (CASEY<sup>10</sup>, SANDERMANN<sup>43</sup>).

As espécies Muiracatiara a, Freijó, Jutaí-Açu e Jutaí-Mirim apresentaram elevados teores de solubilidade em lixívia de NaOH a 1% donde se deve esperar baixos rendimentos em pol

pa (CASEY<sup>10</sup>), o que de fato ocorreu para as três primeiras citadas espécies.

Comportamento diferenciado das espécies em relação aos parâmetros químicos, aliás, já era previsível e confirma os resultados obtidos por outros pesquisadores como PETROFF<sup>32</sup>, AZEVEDO CORRÊA<sup>2,3</sup> e MELO<sup>24,25</sup>.

Os resultados das análises químicas das misturas acham-se contidos no Quadro 7. Observa-se que os valores das determinações se situam em torno dos valores médios respectivos das determinações das espécies individualmente, de acordo, aliás, com as expectativas.

Comparados os valores analíticos determinados nas três misturas A, B e C, conclui-se que a diferença entre os mesmos é muito pequena, as variações maiores, por certo, devendo-se creditar aos erros experimentais.

O Quadro 8 sintetiza os resultados analíticos das 70 espécies selecionadas para comporem as Misturas A, B e C, referidas no Quadro 6.

Quadro 6 - Resultados das análises químicas das 70 espécies estudadas e referidas no Quadro 5

E S P É C I E S	Parâmetros Químicos %				% de Solubilidade em			
	Resíduo Mineral Fixo	Celulose*	Lignina	Pentosanas	Água Fria	Água Quente	NaOH 1%	Alcool Benzol
Abiucubarana	0,18	53,49	22,25	12,70	4,33	5,76	17,38	3,00
Abiurana <u>a</u>	0,43	56,34	23,51	13,36	4,77	6,35	18,66	4,15
Abiurana <u>b</u>	0,35	59,39	22,75	14,20	4,05	4,64	15,34	2,30
Abiurana <u>c</u>	0,52	61,36	24,96	11,90	2,97	3,75	11,70	1,51
Abiurana <u>d</u>	0,69	54,46	25,50	11,43	4,92	6,55	16,53	4,64
Abiurana Ucuubarana	0,66	55,25	31,42	9,50	3,87	5,25	13,26	4,25
Acarirana	0,77	46,93	34,36	11,23	2,88	3,07	11,83	3,07
Acariúba	0,27	50,22	24,85	10,00	10,88	13,50	21,78	11,09
Amapá Amargoso	0,41	54,24	27,27	12,72	2,45	4,25	15,04	2,56
Andiroba	0,47	51,41	20,91	12,69	5,95	8,41	22,31	5,58
Aquariquara	0,34	50,66	23,95	10,74	7,07	10,17	21,19	5,82
Breu Branco	0,43	53,88	24,23	16,97	5,01	5,30	18,98	3,20
Breu Grande	0,63	57,63	22,60	14,73	2,73	4,50	17,07	3,04
Breu Sucuruba	0,92	48,62	23,16	13,62	8,75	12,15	24,49	4,04

Quadro 6 - Continuação

E S P É C I E S	Parâmetros Químicos %				% de Solubilidade em			
	Resíduo Mineral Fixo	Celulose*	Lignina	Pentosanas	Água Fria	Água Quente	NaOH 1%	Alcool Benzol
Breu Vermelho	0,47	57,70	24,85	15,70	3,67	4,79	17,17	2,91
Caraípe	1,31	58,70	30,25	13,04	2,94	3,57	11,62	2,30
Caraiperana	0,41	53,80	26,55	14,69	2,82	5,09	14,98	2,07
Carapanaúba <u>a</u>	0,33	59,29	20,24	14,01	4,63	6,88	16,31	3,26
Carapanaúba <u>b</u>	0,84	52,49	29,32	13,47	4,31	6,34	15,16	3,90
Carapanaúba <u>c</u>	0,34	53,46	26,42	12,51	3,15	4,25	10,40	2,39
Castanha-do-Brasil	0,28	56,61	21,14	13,44	8,52	11,54	20,87	8,99
Cedro Vermelho	0,95	50,63	23,08	13,78	7,47	10,42	23,57	3,57
Copaiba	0,67	56,55	17,48	17,43	6,37	8,90	20,59	8,65
Cuiarana	0,64	49,60	33,64	12,05	8,66	10,53	24,21	2,33
Cumarú	0,14	53,39	25,06	12,74	5,74	6,74	15,73	4,62
Cupiúba	0,44	50,74	22,49	12,81	6,98	9,65	21,03	6,97
Envira Preta	0,48	55,03	26,37	11,36	3,18	3,64	11,21	1,79
Faveira	0,27	54,51	24,67	11,96	5,25	7,40	18,74	5,95

Quadro 6 - Continuação

E S P E C I E S	Parâmetros Químicos %				% de Solubilidade em			
	Resíduo Mineral Fixo	Celulose*	Lignina	Pentosanas	Água Fria	Água Quente	NaOH 1%	Alcool Benzol
Faveira Açuí	0,54	55,81	21,26	12,77	6,06	8,08	20,13	4,72
Faveira de Rosca	0,53	56,76	26,18	14,75	5,00	5,53	16,01	3,86
Faveira Folha Fina	0,09	57,61	21,44	15,47	4,93	6,43	16,97	4,94
Freijó	0,91	45,23	28,34	14,99	5,46	9,91	27,62	7,87
Imbaubarana	0,36	54,52	23,93	10,82	4,02	6,94	16,37	3,90
Ingã	0,27	51,72	27,72	11,65	4,86	6,00	18,87	4,31
Itaúba	0,22	55,17	27,28	12,58	3,05	4,67	16,34	6,05
Jarana	0,43	58,89	25,37	15,40	4,38	5,57	14,21	3,95
Jutaí-Açu	0,26	54,38	18,54	17,78	4,79	11,88	27,26	3,72
Jutaí-Mirim	0,43	52,31	19,18	16,19	6,54	9,71	25,44	3,90
Louro Preto	0,14	53,65	25,49	13,23	2,77	4,41	15,53	2,66
Louro Tamanco	0,37	58,38	19,92	12,22	3,58	3,95	12,45	3,45
Louro Vermelho	0,22	52,12	28,00	13,08	3,66	5,35	20,02	8,42
Maçaranduba	0,18	50,46	24,84	15,18	7,43	8,94	19,24	7,51

Quadro 6 - Continuação

E S P É C I E S	Parâmetros Químicos %				% de Solubilidade em			
	Resíduo Mineral Fixo	Celulose*	Lignina	Pentosanas	Água Fria	Água Quente	NaOH 1%	Alcool Benzol
Matã Matã	0,83	56,03	33,95	14,43	5,00	8,40	16,19	3,83
Matã Matã Branco	0,48	56,43	23,42	13,75	5,73	8,80	19,24	4,37
Matã Matã Vermelho	0,50	53,36	24,61	14,21	3,87	7,51	20,11	2,57
Melancieira	0,39	59,71	23,09	13,51	5,65	13,49	15,51	3,03
Muiracatiara <u>a</u>	0,48	51,40	17,50	16,62	5,87	12,72	27,48	4,31
Muiracatiara <u>b</u>	0,23	53,22	31,04	15,38	4,40	10,38	16,36	4,38
Muirapiranga	0,22	56,77	25,57	13,95	3,53	4,86	12,56	4,01
Muiratauã	0,80	53,09	24,51	15,85	5,26	6,52	20,59	5,56
Mururé	0,86	57,32	26,40	11,95	2,80	4,08	12,63	2,92
Parã-Parã	0,64	56,34	22,84	15,40	3,28	7,06	15,07	3,64
Paricã da Terra Firme	0,70	61,80	21,32	14,62	2,96	4,49	16,37	1,97
Pau d'arco Amarelo	0,28	56,75	24,65	11,90	4,41	5,44	13,97	4,96
Pau d'arco Roxo	0,35	56,61	24,07	14,56	4,31	5,49	13,18	4,97
Pau de Remo	0,71	49,75	33,21	8,85	4,36	6,37	14,63	2,94

Quadro 6 - Continuação

E S P É C I E S	Parâmetros Químicos %				% de Solubilidade em			
	Resíduo Mineral Fixo	Celulose*	Lignina	Pentosanas	Água Fria	Água Quente	NaOH 1%	Alcool Benzol
Piquiá	0,44	61,85	25,39	13,47	4,10	5,31	15,57	2,96
Piquiarana da Terra Firme	0,39	58,70	30,09	13,55	6,28	8,81	20,05	2,65
Quaruba	1,10	55,32	27,09	11,21	7,96	9,62	13,74	1,26
Sucupira	0,03	52,78	33,16	11,10	3,63	7,06	17,90	9,21
Tachi Branco	0,13	57,56	26,58	13,00	3,28	5,14	15,20	3,93
Tachi Preto	0,45	57,10	20,92	11,93	3,77	6,60	15,75	2,24
Tachirana	0,14	54,26	28,16	13,12	3,22	5,28	15,08	3,13
Tamboril	0,30	56,77	28,06	10,80	4,85	5,51	12,84	4,32
Tatajuba	0,49	57,26	22,29	15,80	4,79	7,16	22,19	6,82
Tauari <u>a</u>	0,61	53,59	28,77	11,91	4,59	8,40	20,06	4,33
Tauari <u>b</u>	0,25	56,07	32,54	11,41	4,83	7,87	15,57	3,66
Tento da Terra Firme	0,04	51,63	23,31	12,63	5,57	7,45	17,16	8,61
Ucuúba	1,19	55,88	20,68	13,94	5,28	5,44	17,32	2,65
Urucurana	1,25	54,63	10,63	13,39	5,29	8,21	21,51	3,44

\* Cross & Bevan

Quadro 7 - Resultados das análises químicas das misturas

M I S T U R A S	Parâmetros Químicos %				% de Solubilidade em			
	Resíduo Mineral Fixo	Celulose	Lignina	Pentosanas	Água Fria	Água Quente	NaOH 1%	Alcool Benzol
Mistura A	0,43	57,26	25,43	12,07	5,11	6,89	16,44	4,73
Mistura B	0,56	57,41	24,54	13,43	5,34	5,80	15,59	3,80
Mistura C	0,40	60,33	25,28	12,66	4,19	5,94	14,84	3,62

Quadro 8 - Apresentação sintética dos resultados analíticos de 70 espécies selecionadas para com  
porem as misturas papeleiras A, B e C.

ESPECIFICAÇÕES DE VALORES	Parâmetros Químicos				% de Solubilidade em			
	R.M.F. %	Celulose* %	Lignina %	Pentosanas %	Água Fria	Água Quente	NaOH 1%	Álcool/ Benzol
Mínimo	0,03	45,23	10,63	8,35	2,45	3,07	10,40	1,26
Médio	0,48	54,93	25,06	13,33	4,85	7,06	17,52	4,28
Máximo	1,31	63,49	34,36	17,78	10,88	13,50	27,62	11,09
Desvio Padrão	0,28	3,48	4,28	1,84	1,67	2,53	3,99	2,02
Coef. de Variação	58,64	6,33	17,07	13,77	34,43	35,85	22,75	47,17

\* Cross e Bevan

#### 4.2. CARACTERÍSTICAS MÉTRICAS DAS FIBRAS

O Quadro 9 agrupa o valor médio do comprimento, lúmen, largura e espessura da parede das fibras, além das relações comprimento/largura (CR) e lúmen/largura (CF) das 70 espécies estudadas. Os demais resultados, ou seja, informações sobre os valores máximos, mínimos, a estimativa do desvio padrão e o coeficiente de variação, para cada um dos parâmetros constantes no Quadro 9, encontram-se nos Quadros A.36 a A.105, no Anexo.

Tomando-se os valores médios de comprimento, largura e espessura das paredes das fibras (Quadro 9) e adotando-se a classificação preconizada pela COPANT<sup>11</sup>, verifica-se que 7,14% das espécies são constituídas por fibras muito curtas; 71,43% por fibras curtas e 21,43% por fibras longas. Observa-se, ainda, a inexistência de espécies de fibras extremamente curtas e muito longas.

Com relação à largura ou diâmetro médio da fibra, constata-se que 51,43% são estreitas e 48,57% médias, não havendo, entre as 70 espécies estudadas, nenhuma com diâmetro acima de 40 micras, ou seja, não existem fibras largas.

Analisando-se a espessura das paredes das fibras verifica-se que 2,86% são muito delgadas; 64,28% delgadas; 24,29% espessas e apenas 8,57% muito espessas.

O Quadro 10 sintetiza os resultados das características métricas das fibras das 70 espécies selecionadas para comporem as Misturas A, B e C, referidas no Quadro 9.

Quadro 9 - Valores médios do comprimento, largura, lúmen, espessura da parede e das relações com comprimento/largura (CR) e lúmen/largura (CF)

ESPÉCIES	Comprimento (micra)	Largura (micra)	Lúmen (micra)	Espessura da parede (micra)	CR	CF
Abiucubarana	1550	24	15	5	63,94	0,63
Abiurana <u>a</u>	1576	23	14	4	69,74	0,62
Abiurana <u>b</u>	1430	20	6	7	73,13	0,30
Abiurana <u>c</u>	1280	19	6	7	66,94	0,29
Abiurana <u>d</u>	1602	17	11	3	94,02	0,66
Abiurana Ucuubarana	1107	25	13	6	44,08	0,52
Acarirana	1358	25	13	6	53,37	0,51
Acariúba	1998	20	12	4	98,71	0,61
Amapá Amargoso	1095	14	7	3	80,90	0,52
Andiroba	1398	25	13	6	55,36	0,49
Aquariquara	1668	29	17	6	57,90	0,59
Breu Branco	825	17	11	3	49,01	0,64
Breu Grande	1100	24	12	6	45,98	0,49
Breu Sucuruba	1044	29	20	5	36,03	0,67

Quadro 9 - Continuação

ESPÉCIES	Comprimento (micra)	Largura (micra)	Lúmen (micra)	Espessura da parede (micra)	CR	CF
Breu Vermelho	917	16	9	4	57,61	0,55
Caraípe	1310	21	5	8	52,17	0,24
Caraíperana	1239	22	10	6	56,33	0,45
Carapanaúba <u>a</u>	1878	35	5	15	53,15	0,15
Carapanaúba <u>b</u>	1545	26	9	9	59,60	0,34
Carapanaúba <u>c</u>	1370	23	11	6	60,70	0,46
Castanha-do-Brasil	2011	23	12	5	89,24	0,33
Cedro Vermelho	1188	39	25	7	23,79	0,63
Copaíba	1159	20	15	1	58,71	0,74
Cuiarana	1793	28	19	4	64,96	0,70
Cumarú	1262	23	12	6	54,05	0,51
Cupiúba	1567	25	12	6	63,64	0,47
Envira Preta	1505	25	15	5	60,87	0,60
Faveira	920	23	15	4	39,99	0,65

Quadro 9 - Continuação

ESPÉCIES	Comprimento (micra)	Largura (micra)	Lúmen (micra)	Espessura da parede (micra)	CR	CF
Faveira Achui	1174	27	15	6	43,93	0,55
Faveira de Rosca	1147	16	7	4	72,04	0,44
Faveira Folha Fina	1085	34	20	7	32,28	0,58
Freijó	1400	24	12	6	58,62	0,49
Imbaubarana	1021	33	25	4	30,61	0,76
Ingã	1250	24	12	6	51,56	0,50
Itaúba	1558	27	14	6	58,14	0,53
Jarana	1582	22	12	5	70,63	0,52
Jutaí-Açu	1299	25	14	6	52,06	0,54
Jutaí-Mirim	1360	20	9	5	69,68	0,46
Louro Preto	1205	27	22	3	44,85	0,80
Louro Tamanco	1232	23	14	5	53,01	0,59
Louro Vermelho	1723	30	16	7	58,37	0,53
Maçaranduba	1549	23	11	6	67,73	0,49

Quadro 9 - Continuação

ESPÉCIES	Comprimento (micra)	Largura (micra)	Lúmen (micra)	Espessura da parede (micra)	CR	CF
Matã Matã	1709	18	6	6	94,96	0,33
Matã Matã Branco	1445	23	11	6	62,02	0,47
Matã Matã Vermelho	1326	23	11	6	58,77	0,46
Melancieira	1429	26	14	6	54,12	0,53
Muiracatiara <u>a</u>	1167	23	14	4	51,04	0,62
Muiracatiara <u>b</u>	1085	17	10	4	63,02	0,57
Muirapiranga	1366	19	10	4	73,30	0,53
Muiratauã	1234	20	9	5	62,21	0,45
Mururê	1128	18	13	2	63,25	0,73
Parã-Parã	1218	32	20	6	37,86	0,62
Paricã da Terra Firme	1129	31	19	6	36,73	0,60
Pau d'arco Amarelo	1083	15	3	6	73,15	0,23
Pau d'arco Roxo	1084	15	8	3	73,23	0,57
Pau de Remo	1646	33	19	7	50,29	0,59

Quadro 9. - Continuação

ESPÉCIES	Comprimento (micra)	Largura (micra)	Lúmen (micra)	Espessura da parede (micra)	CR	CF
Piquiã	1768	31	17	7	57,54	0,55
Piquiarana da Terra Firme	1323	36	22	7	36,50	0,60
Quaruba	1633	32	20	6	51,25	0,62
Sucupira	1277	22	7	8	57,98	0,30
Tachi Branco	1112	24	12	6	46,31	0,50
Tachi Preto	1164	25	13	6	46,64	0,50
Tachirana	1063	23	11	6	46,47	0,47
Tamboril	1502	19	14	3	79,80	0,73
Tatajuba	1202	27	14	6	45,29	0,53
Tauari <u>a</u>	1318	22	11	6	58,81	0,47
Tauari <u>b</u>	2009	26	15	6	76,85	0,57
Tento da Terra Firme	1242	30	20	5	41,13	0,66
Ucuúba	1501	34	21	6	44,15	0,62
Urucurana	1532	24	14	5	62,60	0,58

Quadro 10 - Apresentação sintética dos resultados das características métricas das fibras das 70 espécies selecionadas para comporem as misturas papeleiras A, B e C.

ESPECIFICAÇÕES DE VALORES	Características Métricas das Fibras					
	Comprimento (micra)	Largura (micra)	Lúmen (micra)	Espessura da parede (micra)	CR	CF
Mínimo	825	14	3	1	23,79	0,15
Médio	1357	24	13	5	57,89	0,53
Máximo	2011	39	25	9	98,71	0,80
Desvio Padrão	264,21	5,47	4,73	1,39	14,90	0,13
Coef.de Variação %	19,47	22,51	35,98	25,80	25,73	24,07

#### 4.3. POLPAGEM

##### 4.3.1. ESTUDO INDIVIDUAL DAS ESPÉCIES

Os Quadros 11 e 12 reúnem os resultados obtidos segundo as duas condições de cozimento, para álcali ativo residual, rejeito, rendimento e número de permanganato.

Pelos resultados constantes nos Quadros 11 e 12 observa-se, em princípio, que os cozimentos com 16% de álcali ativo devem ser considerados insatisfatórios desde que elevados valores de número de permanganato e de rejeito indicam deficiência de deslignificação. Assim, as misturas, como orientação, deverão ser submetidas à polpagem com percentagem de álcali ativo mínimo de 18%.

Quadro 11 - Resultados dos cozimentos individuais das 70 espécies, utilizando-se 16% de álcali ativo; 25% de sulfidez; diluição de 4:1; temperatura de 170°C e tempo de 60 minutos

E S P É C I E S	Álcali Ativo Residual %	Rejeito %	Rendimento %	Número de Permanganato
Abiucubarana	3,04	0,93	47,21	13,51
Abiurana <u>a</u>	3,08	0	45,33	9,42
Abiurana <u>b</u>	3,17	0,76	51,52	16,60
Abiurana <u>c</u>	3,89	0,14	51,69	14,32
Abiurana <u>d</u>	2,14	1,02	44,79	21,27
Abiurana Ucuubarana	4,62	0,90	43,34	35,06
Acarirana	4,34	0,34	42,31	35,16
Acariúba	*			
Amapá Amargoso	4,91	0,19	47,87	16,57
Andiroba	6,54	0	43,22	10,40
Aquariquara	1,29	12,12	35,88	28,15
Breu Branco	2,74	0,08	46,59	15,62
Breu Grande	3,32	0,41	48,92	14,14
Breu Sucuruba	1,72	0,74	41,58	27,98

Quadro 11 - Continuação

E S P É C I E S	Álcali Ativo Residual %	Rejeito %	Rendimento %	Número de Permanganato
Beu Vermelho	2,86	0,05	48,83	18,71
Caraípe	4,15	1,64	47,71	32,88
Caraíperana	3,77	0,39	45,10	13,40
Carapanaúba <u>a</u>	3,46	0	46,40	12,46
Carapanaúba <u>b</u>	4,84	0,35	41,52	32,05
Carapanaúba <u>c</u>	3,99	0	47,36	19,08
Castanha-do-Brasil	2,42	0,60	45,97	13,90
Cedro Vermelho	3,56	10,71	45,65	18,20
Copaiba	3,11	0,32	52,11	14,18
Cuiarana	2,25	0,71	42,64	19,29
Cumaru	4,56	0,65	47,47	13,57
Cupiúba	3,81	0	43,83	11,92
Envira Preta	2,80	0,50	48,85	17,24
Faveira	4,32	0,16	51,92	18,64

Quadro 11 - Continuação

E S P É C I E S	Alcali Ativo Residual %	Rejeito %	Rendimento %	Número de Permanganto
Faveira Açuí	4,55	0,16	50,12	10,56
Faveira de Rosca	5,60	0,22	48,27	19,66
Faveira Folha Fina	3,31	0,33	54,22	11,65
Freijó	3,48	0,21	37,38	17,09
Imbaubarana	2,55	0,56	51,44	19,84
Ingá	3,64	0,14	49,83	26,02
Itaúba	6,18	0,47	45,09	13,37
Jarana	3,30	3,59	48,63	22,22
Jutaí-Açu	2,09	2,37	45,58	15,71
Jutaí-Mirim	3,04	0	51,88	12,09
Louro Preto	2,74	0,58	61,98	17,84
Louro Tamanco	4,59	0,14	57,01	15,45
Louro Vermelho	6,88	0,02	40,44	12,72
Maçaranduba	3,20	0,51	44,24	13,97

Quadro 11 - Continuação

E S P É C I E S	Álcali Ativo Residual %	Rejeito %	Rendimento %	Número de Permanganato
Matã Matã	5,21	0,94	47,13	29,28
Matã Matã Branco	3,94	0	47,21	16,63
Matã Matã Vermelho	3,35	3,64	47,40	25,14
Melancieira	4,28	0	48,67	4,48
Muiracatiara <u>a</u>	3,88	0,44	40,63	13,47
Muiracatiara <u>b</u>	4,03	1,75	44,55	15,21
Muirapiranga	4,47	1,36	54,29	17,55
Muiratauã	2,83	7,04	45,53	16,12
Mururê	3,76	0	45,96	15,04
Parã-Parã	3,39	0,43	49,58	18,15
Paricã da Terra Firme	4,46	0,08	58,00	10,82
Pau d'arco Amarelo	5,20	1,24	44,50	19,02
Pau d'arco Roxo	4,42	0,30	49,17	18,77
Pau de Remo	4,83	0,64	43,87	31,24

Quadro 11- Continuação

E S P É C I E S	Álcali Ativo Residual %	Rejeito %	Rendimento %	Número de Permanganato
Piquiã	4,70	3,04	47,35	15,87
Piquiarana da Terra Firme	4,08	0,88	53,57	10,23
Quaruba	2,61	0,01	49,37	14,83
Sucupira	3,45	7,10	43,76	32,20
Tachi Branco	3,90	0,26	49,70	18,04
Tachi Preto	5,70	2,52	49,46	18,65
Tachirana	5,07	0	47,86	17,40
Tamboril	5,33	2,51	52,12	19,55
Tatajuba	3,90	0,41	49,80	15,71
Tauari <u>a</u>	2,88	0	48,84	33,66
Tauari <u>b</u>	4,73	1,88	47,46	24,95
Tento da Terra Firme	3,70	0,92	48,66	15,59
Ucuúba	2,60	0,10	50,94	11,93
Urucurana	1,98	0,85	45,84	12,30

\* A espécie Acariúba não cozinhou com 16% de Álcali Ativo.

Quadro 12 - Resultados dos cozimentos individuais das 70 espécies utilizando-se 18% de álcali ativo; 25% de sulfidez; diluição de 4:1; temperatura de 170°C e tempo de 60 minutos

E S P É C I E S	Álcali Ativo Residual %	Rejeito %	Rendimento %	Número de Permanganato
Abiucubarana	3,94	0,50	47,60	11,96
Abiurana <u>a</u>	4,81	0	43,47	8,17
Abiurana <u>b</u>	4,50	0,32	48,96	12,16
Abiurana <u>c</u>	4,63	0	48,66	12,24
Abiurana <u>d</u>	4,72	0,72	43,65	17,93
Abiurana Ucuubarana	5,30	0,42	43,49	34,22
Acarirana	4,73	0,14	40,97	31,02
Acariúba	*			
Amapá Amargoso	5,49	0,04	46,97	14,88
Andiroba	6,68	0	43,24	9,03
Aquariquara	2,14	5,00	37,21	20,12
Breu Branco	3,12	0,02	44,86	16,40
Breu Grande	5,12	0,04	48,14	12,98
Breu Sucuruba	2,73	0,29	41,57	16,47

Quadro 12 - Continuação

E S P É C I E S	Alcali Ativo Residual %	Rejeito %	Rendimento %	Número de Permanganato
Breu Vermelho	3,84	0	43,23	13,72
Caraípe	5,03	0,86	46,25	31,74
Caraíperana	4,77	0	44,84	12,55
Carapanaúba <u>a</u>	5,85	0	45,62	10,24
Carapanaúba <u>b</u>	6,14	0,06	38,24	26,35
Carapanaúba <u>c</u>	5,37	0	45,76	15,43
Castanha-do-Brasil	4,33	0,16	46,39	15,77
Cedro Vermelho	5,05	7,91	45,79	15,88
Copaiba	4,10	0,06	51,75	14,94
Cuiarana	3,06	0,02	41,94	17,32
Cumarú	6,97	0,25	46,99	11,92
Cupiúba	8,83	0	39,80	8,40
Envira Preta	4,59	0,49	48,10	15,49
Faveira	6,91	0,14	50,91	17,40

Quadro 12 - Continuação

E S P É C I E S	Alcali Ativo Residual %	Rejeito %	Rendimento %	Número de Permanganato
Faveira Açuí	6,31	0	49,82	9,02
Faveira de Rosca	5,86	0,10	47,72	18,08
Faveira Folha Fina	4,95	0,19	52,46	9,70
Freijó	4,17	0	34,66	15,67
Imbaubarana	3,50	0,26	48,96	16,98
Ingã	5,41	0	49,15	19,08
Itaúba	7,64	0,13	46,92	11,81
Jarana	4,60	2,08	48,36	18,94
Jutaí-Açu	4,22	0,42	44,23	11,15
Jutaí-Mirim	3,77	0	50,60	10,42
Louro Preto	3,57	0,32	51,25	12,65
Louro Tamanco	6,31	0,04	58,20	14,13
Louro Vermelho	7,72	0,01	39,40	11,56
Maçaranduba	4,40	0,31	42,07	11,56

Quadro 12 - Continuação

E S P É C I E S	Álcali Ativo Residual %	Rejeito %	Rendimento %	Número de Permanganato
Matã Matã	6,20	0,64	45,96	20,50
Matã Matã Branco	5,42	0	47,43	12,87
Matã Matã Vermelho	4,70	1,84	47,66	20,29
Melancieira	5,67	0	50,32	8,38
Muiracatiara <u>a</u>	5,61	0,12	40,01	10,47
Muiracatiara <u>b</u>	5,70	0,24	44,52	12,35
Muirapiranga	5,84	0,86	53,63	17,34
Muiratauã	4,60	1,96	44,73	15,65
Mururé	5,00	0,04	47,46	14,21
Parã-Parã	5,42	0,19	45,09	14,64
Paricã da Terra Firme	6,82	0,27	55,90	10,21
Pau d'arco Amarelo	6,51	0,21	46,76	16,50
Pau d'arco Roxo	5,10	0,16	43,60	13,48
Pau de Remo	5,30	0,28	43,96	20,10

Quadro .12 - Continuação

E S P É C I E S	Álcali Ativo Residual %	Rejeito %	Rendimento %	Número de Permanganato
Piquiã	6,57	2,75	47,07	14,74
Piquiarana da Terra Firme	5,54	0,33	52,16	8,18
Quaruba	3,76	0,03	44,90	14,52
Sucupira	4,76	3,00	43,29	31,36
Tachi Branco	5,70	0	49,28	15,74
Tachi Preto	5,58	1,80	50,55	16,59
Tachirana	5,07	0	47,12	15,90
Tamboril	7,06	1,84	50,98	19,13
Tatajuba	4,86	0,25	50,07	12,88
Tauari <u>a</u>	4,49	0	46,05	26,13
Tauari <u>b</u>	7,01	3,53	45,86	24,84
Tento da Terra Firme	4,78	0,16	46,30	13,58
Ucuúba	3,50	0	50,78	11,30
Urucurana	2,80	0,25	44,56	9,96

\* A espécie Acariúba não cozinhou com 18% de Álcali Ativo

#### 4.3.2. ESTUDO DAS MISTURAS

##### 4.3.2.1. PROCESSO SULFATO

Os Quadros 13, 14 e 15 agrupam os resultados obtidos segundo as diferentes condições de cozimento, pelo processo sulfato, para as misturas A, B e C, respectivamente, em relação a álcali ativo residual, rejeito, rendimento, número de permanganato e pH. Observando-se os dados contidos no Quadro 13 verifica-se que a diferença entre o rendimento máximo (cozimento nº 4) e o mínimo (cozimento nº 6) se situa um pouco acima de 7% enquanto o valor mais elevado de número de permanganato e de rejeito são ainda os do cozimento 6. Associando esses fatores ao valor de pH igual a 12,5 seria lícito inferir que a combinação de cozimento durante 30 minutos em presença de um percentual de álcali ativo de 18% parece não ser uma combinação correta para a mistura A. Nas misturas B e C, Quadros 14 e 15, a mesma combinação de 18% de AA e 30 minutos, apresenta resultados não muito satisfatórios, com elevados percentuais de rejeito, elevado número de permanganato e pH da lixívia residual acima do normal.

Quadro 13 - Processo Sulfato - Mistura A - Resultados dos cozimentos utilizando-se 25% de sulfidez; diluição de 4:1 e temperatura de 170°C

Cozimento nº	Álcali Ativo %	Tempo minuto	Álcali Ativo Residual %	Rejeito %	Rendimento - %	Número de Permanganato	pH
1	22	60	8,92	0,18	42,18	11,74	12,6
2	22	30	10,36	0,33	43,09	17,08	12,5
3	20	60	6,98	0,23	43,00	15,14	12,6
4	20	30	8,20	0,47	43,89	17,15	12,6
5	18	60	5,43	0,20	43,70	19,49	12,5
6	18	30	6,10	1,68	40,92	20,66	12,5

Quadro 14 - Processo Sulfato - Mistura B - Resultados dos cozimentos utilizando-se 25% de sulfidez;  
diluição de 4:1 e temperatura de 170°C

Cozimento nº	Álcali Ativo %	Tempo minuto	Álcali Ativo Residual %	Rejeito %	Rendimento %	Número de Permanganato	pH
7	22	60	8,31	0,30	43,02	14,82	12,5
8	22	30	9,14	0,95	44,60	19,39	12,6
9	20	60	7,04	0,25	43,53	15,88	12,5
10	20	30	7,81	1,03	44,17	18,75	12,5
11	18	60	3,82	1,39	45,64	20,43	12,5
12	18	30	4,21	3,11	46,60	32,99	12,6

Quadro 15 - Processo Sulfato - Mistura C - Resultados dos cozimentos utilizando-se 25% de sulfidez;  
diluição de 4:1 e temperatura de 170°C

Cozimento nº	Alcali Ativo %	Tempo minuto	Alcali Ativo Residual %	Rejeito %	Rendimento - %	Número de Permanganato	pH
13	22	60	10,31	0,13	41,49	13,20	12,6
14	22	30	9,37	1,11	43,40	17,58	12,6
15	20	60	5,98	0,63	41,39	17,90	12,5
16	20	30	6,37	1,52	42,60	20,87	12,5
17	18	60	5,32	0,76	40,56	17,69	12,4
18	18	30	6,21	1,74	42,62	20,98	12,4

#### 4.3.2.2. PROCESSO NSSC

Os Quadros 16, 17 e 18 reúnem os resultados obtidos se gundo as diferentes condições de cozimento, pelo processo NSSC, para as misturas A, B e C, respectivamente, em relação a rendimento, número de permanganato e pH.

Os dados contidos nos Quadros 16, 17 e 18 mostram a relativamente pouco expressiva variação nos números de permanganato embora, no tocante ao rendimento, os valores de 68,57% para o cozimento nº 19 e 74,96% para o cozimento nº 27, se apresentam com diferenças bastante acentuadas. Observa-se, ain da, que os cozimentos com 16% de sulfito e 4% de carbonato fo ram os que apresentaram pH em torno de 8. (MELO<sup>27</sup>).

Quadro 16 - Processo NSSC - Mistura A - Resultados dos cozimentos utilizando-se 16% de  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  e diluição de 4:1

Coz. nº	$\text{Na}_2\text{CO}_3$ %	Temp. °C	Tempo min.	Rend. %	pH	NP
19	5	27 a 120	60	68,57	10	30,66
		120	60			
		120 a 170	35			
		170	120			
20	4	27 a 120	60	72,38	8	32,29
		120	60			
		120 a 170	35			
		170	120			
21	3	27 a 120	60	68,92	9,4	32,93
		120	60			
		120 a 170	35			
		170	120			

Temp.            Temperatura  
Rend.            Rendimento  
NP                Número de Permanganato  
Coz.              Cozimento

Quadro 17 - Processo NSSC - Mistura B - Resultados dos cozimentos utilizando-se 16% de  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  e diluição de 4:1

Coz. nº	$\text{Na}_2\text{CO}_3$ %	Temp. °C	Tempo min.	Rend. %	pH	NP
22	5	27 a 120	60	71,11	10,2	29,59
		120	60			
		120 a 170	35			
		170	120			
23	4	27 a 120	60	72,74	7,5	31,98
		120	60			
		120 a 170	35			
		170	120			
24	3	27 a 120	60	72,87	9,4	33,06
		120	60			
		120 a 170	35			
		170	120			

Temp.            Temperatura  
Rend.            Rendimento  
NP                Número de Permanganato  
Coz.              Cozimento

Quadro 18 - Processo NSSC - Mistura C - Resultados dos cozimentos utilizando-se 16% de  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  e diluição de 4:1

Coz. nº	$\text{Na}_2\text{CO}_3$ %	Temp. °C	Tempo min.	Rend. %	pH	NP
25	5	27 a 120	60	72,34	10	31,44
		120	60			
		120 a 170	35			
		170	120			
26	4	27 a 120	60	73,43	8,2	31,76
		120	60			
		120 a 170	35			
		170	120			
27	3	27 a 120	60	74,96	9,4	32,95
		120	60			
		120 a 170	35			
		170	120			

Temp.            Temperatura  
Rend.            Rendimento  
NP                Número de Permanganato  
Coz.              Cozimento

#### 4.4. ENSAIOS FÍSICO-MECÂNICOS DAS POLPAS

##### 4.4.1. ESTUDO INDIVIDUAL DAS ESPÉCIES

Os quadros 19 e 20 reúnem as condições de cozimento e os resultados dos ensaios físico-mecânicos dos papéis fabricados com cada uma das 70 espécies. Incluem-se nos resultados a resistência à auto-ruptura, estouro, rasgo e dobras duplas.

Os resultados dos ensaios físico-mecânicos contidos nos quadros 19 e 20 estão relacionados a cozimentos com 16 e 18% de Alkali Ativo e tempo de 60 minutos, interpolados a 45°SR (Grau Schopper-Riegler) e todos calculados para uma gramatura de 100 g/m<sup>2</sup>. É evidente que as resistências ao rasgo, auto-ruptura, estouro e dobras poderão ser melhoradas consideravelmente se se procurar, através de outras dosagens de Alkali Ativo e de Tempo, as condições mais adequadas para cada espécie..

Excelentes resultados de resistência ao rasgo foram obtidos com as espécies Piquiã e Cupiúba e bons resultados com as espécies Abiucubarana, Maçaranduba, Cuiarana, Mururé, Pau de Remo, Castanha-do-Brasil, Jutaí-Mirim e Abiurana d. As demais espécies, como já era esperado, produziram papéis com baixas resistências. Ressalte-se que das espécies acima citadas, o Piquiã, a Cupiúba, a Cuiarana, a Maçaranduba e a Castanha-do-Brasil, são todas madeiras de lei tendo, por conseguinte, outras aplicações mais nobres do que a utilização como matéria prima para celulose e papel.

Com relação à auto-ruptura destacam-se, pelos elevados valores, as espécies Breu Sucuruba, Cuiarana, Ucuuba, Paricá da Terra Firme, Tachirana e Muiratauã e, com baixos valores,

as espécies Carapanaúba a, Sucupira, Acarirana, Abiurana Ucuubarana, Muiracatiara b, Cumaru e Itaúba.

Analizando-se os valores de resistências ao estouro e a dobras verifica-se que as espécies Cuiarana, Breu Sucuruba, Ucuuba, Faveira Folha Fina, Cedro Vermelho, Mururé e Jutaí-Mirim, apresentam bons resultados, enquanto que as espécies Abiurana Ucuubarana, Acarirana, Sucupira, Carapanaúba a e Itaúba produziram papéis com baixas resistências.

A combinação dos diversos ensaios físico-mecânicos permitiu selecionar, como madeiras que devem ser estudadas detalhadamente, face às excelentes características apresentadas, as seguintes espécies: Cuiarana, Mururé, Jutaí-Mirim, Breu Sucuruba, Paricã da Terra Firme, Tachirana, Muirataua e Faveira Folha Fina.

Dentre essas espécies apenas a Cuiarana é utilizada em serraria. Contudo, por ter apresentado elevadas resistências ao rasgo, estouro, dobras e auto-ruptura, deve ser considerada, também, como excelente fonte papeleira.

Quadro 19 - Resultados dos ensaios físico-mecânicos das 70 espécies, utilizando-se 16% de álcali ativo; 25% de sulfidez; diluição de 4:1; temperatura de 170°C; tempo de 60 minutos e grau de moagem de 45 °SR

E S P É C I E S	Tempo de Moagem minuto	Auto Ruptura m	Estouro kg/cm <sup>2</sup>	Rasgo g	Dobras duplas
Abiucubarana	71	5.800	3,20	198	25
Abiurana <u>a</u>	58	4.700	2,65	135	12
Abiurana <u>b</u>	70	5.350	3,53	138	27
Abiurana <u>c</u>	57	4.700	3,20	137	16
Abiurana <u>d</u>	67	5.200	2,90	155	30
Abiurana Ucuubarana	62	3.000	1,26	32	1
Acarirana	54	3.900	1,95	86	3
Acariúba					
Amapá Amargoso	84	7.350	4,90	175	59
Andiroba	62	6.540	4,72	147	81
Aquariquara	67	5.500	3,35	175	51
Breu Branco	60	8.000	5,06	120	98
Breu Grande	60	7.429	4,67	162	77
Breu Sucuruba	70	9.660	6,18	117	451

Quadro 19- Continuação

E S P É C I E S	Tempo de Moagem minuto	Auto Ruptura m	Estouro kg/cm <sup>2</sup>	Rasgo g	Dobras duplas
Breu Vermelho	50	7.102	4,56	124	56
Caraípe	63	4.600	2,20	107	8
Caraíperana	60	4.763	3,04	130	17
Carapanaúba <u>a</u>	43	3.400	2,06	95	6
Carapanaúba <u>b</u>	60	4.537	2,51	105	9
Carapanaúba <u>c</u>	57	4.300	2,70	110	13
Castanha-do-Brasil	85	4.900	3,30	128	31
Cedro Vermelho	55	7.584	5,95	110	204
Copaiba	75	7.100	4,10	125	48
Cuiarana	95	9.250	7,85	180	2.200
Cumarú	78	4.400	2,45	110	8
Cupiúba	60	5.443	3,31	265	34
Envira Preta	71	4.400	2,65	133	17
Faveira	60	5.172	3,08	78	7

Quadro 19 - Continuação

	Tempo de Moagem minuto	Auto Ruptura m	Estouro kg/cm <sup>2</sup>	Rasgo g	Dobras duplas
Faveira Achiú	57	7.300	4,40	148	63
Faveira de Rosca	77	5.900	3,90	109	33
Faveira Folha Fina	54	7.600	5,40	120	440
Freijó	35	5.300	3,20	116	18
Imbaubarana	55	6.300	3,40	110	24
Ingá	69	8.000	4,15	174	90
Itaúba	60	4.615	2,15	64	8
Jarana	86	5.500	3,30	141	63
Jutaí-Açu	90	6.513	3,95	123	49
Jutaí-Mirim	84	8.000	5,30	149	190
Louro Preto	106	7.000	4,80	131	106
Louro Tamanco	85	5.900	3,75	128	56
Louro Vermelho	63	4.500	2,57	103	15
Maçaranduba	75	6.626	4,02	196	52

Quadro 19 - Continuação

E S P É C I E S	Tempo de Moagem minuto	Auto Ruptura m	Estouro kg/cm <sup>2</sup>	Rasgo g	Dobras duplas
Matá Matá	71	4.650	3,25	145	16
Matá Matá Branco	68	6.250	3,40	140	36
Matá Matá Vermelho	75	6.780	4,76	147	110
Melancieira	43	5.220	2,90	102	16
Muiracatiara <u>a</u>	54	7.450	5,25	120	100
Muiracatiara <u>b</u>	48	6.900	4,80	145	87
Muirapiranga	70	6.840	4,95	164	60
Muiratauã	72	8.500	4,65	152	250
Mururé	60	7.980	5,75	186	142
Pará-Pará	80	6.800	4,30	117	109
Paricã da Terra Firme	75	6.384	4,46	118	100
Pau d'arco Amarelo	70	4.800	3,40	84	10
Pau d'arco Roxo	63	4.300	2,85	78	8
Pau de Remo	79	5.769	2,90	185	29

Quadro 19 - Continuação

E S P É C I E S	Tempo de Moagem minuto	Auto Ruptura m	Estouro kg/cm <sup>2</sup>	Rasgo g	Dobras duplas
Piquiã	66	6.750	3,77	215	62
Piquiarana da Terra Firme	65	6.300	3,60	132	51
Quaruba	55	5.900	3,50	122	46
Sucupira	50	3.540	1,93	59	4
Tachi Branco	60	6.988	3,35	98	25
Tachi Preto	83	6.400	3,11	130	21
Tachirana	75	5.816	4,55	126	39
Tamboril	63	5.290	3,30	115	18
Tatajuba	85	7.860	5,25	130	118
Tauari <u>a</u>	82	8.250	4,90	174	185
Tauari <u>b</u>	75	5.290	2,91	163	24
Tento da Terra Firme	75	5.400	3,30	135	22
Ucuúba	37	8.500	5,65	105	625
Urucurana	51	5.150	3,85	150	52

\* A espécie Acariúba não cozinhou com 16% de álcali ativo.

Quadro 20 - Resultados dos ensaios físico-mecânicos das 70 espécies, utilizando-se 18% de álca  
 li ativo; 25% de sulfidez; diluição 4:1; temperatura de 170°C, tempo de 60 minutos e  
 grau de moagem de 45 °SR

E S P É C I E S	Tempo de Moagem minuto	Auto Ruptura m	Estouro kg/cm <sup>2</sup>	Rasgo g	Dobras duplas
Abiucubarana	69	5.500	3,30	190	27
Abiurana <u>a</u>	60	4.402	2,35	143	8
Abiurana <u>b</u>	69	5.250	3,75	146	29
Abiurana <u>c</u>	60	4.980	3,01	91	50
Abiurana <u>d</u>	75	6.460	3,30	196	34
Abiurana Ucuubarana	65	2.460	1,56	37	1
Acarirana	54	4.400	2,25	69	4
Acariúba	*				
Amapã Amargoso	85	7.400	4,60	127	72
Andiroba	80	5.360	3,70	154	34
Aquariquara	83	5.400	3,20	165	41
Breu Branco	60	8.078	4,90	124	74
Breu Grande	66	7.450	3,70	125	28
Breu Sucuruba	60	8.434	5,68	126	257

Quadro 20 - Continuação

E S P É C I E S	Tempo de Moagem minuto	Auto Ruptura m	Estouro kg/cm <sup>2</sup>	Rasgo g	Dobras duplas
Breu Vermelho	60	7.151	4,46	128	53
Caraípe	67	4.840	2,60	94	10
Caraíperana	68	4.750	2,60	95	16
Carapanaúba <u>a</u>	42	3.500	1,85	95	5
Carapanaúba <u>b</u>	69	4.200	2,50	95	9
Carapanaúba <u>c</u>	62	4.570	2,40	120	8
Castanha-do-Brasil	77	4.750	3,30	185	41
Cedro Vermelho	55	8.200	5,80	94	260
Copaiba	65	6.900	3,80	135	38
Cuiarana	105	7.950	6,15	160	540
Cumarú	69	3.700	2,24	84	5
Cupiúba	52	4.800	2,90	180	23
Envira Preta	70	4.500	2,75	81	15
Faveira	60	4.994	2,73	81	6

Quadro 20 - Continuação

E S P É C I E S	Tempo de Moagem minuto	Auto Ruptura m	Estouro kg/cm <sup>2</sup>	Rasgo g	Dobras duplas
Faveira Açuí	53	6.500	4,03	146	50
Faveira de Rosca	87	6.100	3,90	138	36
Faveira Folha Fina	62	7.600	4,90	111	240
Freijó	42	5.000	3,25	103	18
Imbaubarana	50	5.100	3,00	100	15
Ingá	66	6.900	4,00	125	50
Itaúba	55	3.447	1,90	82	4
Jarana	90	5.526	3,51	139	38
Jutaí-Açu	82	4.900	3,00	75	14
Jutaí-Mirim	90	8.365	4,86	187	166
Louro Preto	90	6.500	4,49	103	54
Louro Tamanco	101	6.000	4,25	128	68
Louro Vermelho	60	4.500	2,40	87	12
Maçaranduba	67	6.200	3,70	155	39

Quadro 20 - Continuação

E S P É C I E S	Tempo de Moagem minuto	Auto Ruptura m	Estouro kg/cm <sup>2</sup>	Rasgo g	Dobras duplas
Matã Matã	68	4.900	3,15	123	16
Matã Matã Branco	57	4.750	2,45	115	11
Matã Matã Vermelho	75	7.746	4,55	155	95
Melancieira	46	5.058	2,99	98	20
Muiracatiara <u>a</u>	60	7.105	4,61	116	61
Muiracatiara <u>b</u>	58	2.260	4,25	135	33
Muirapiranga	78	6.800	4,75	130	86
Muiratauã	73	9.350	5,00	175	190
Mururé	60	7.600	5,49	160	121
Parã-Parã	72	5,950	4,00	115	52
Paricã da Terra Firme	81	8.900	5,18	112	160
Pau d'arco Amarelo	65	4.956	3,25	117	18
Pau d'arco Roxo	71	4.200	2,70	90	80
Pau de Remo	79	4.959	2,70	174	26

Quadro 20 - Continuação

E S P É C I E S	Tempo de Moagem minuto	Auto Ruptura m	Estouro kg/cm <sup>2</sup>	Rasgo g	Dobras duplas
Piquiã	71	6.400	3,50	195	45
Piquiarana da Terra Firme	72	5.700	3,20	118	40
Quaruba	54	5.300	3,30	118	27
Sucupira	53	3.100	1,80	65	3
Tachi Branco	66	5.950	3,40	110	17
Tachi Preto	79	6.000	3,60	127	28
Tachirana	100	8.895	5,24	149	93
Tamboril	56	4.900	3,15	117	17
Tatajuba	72	8.000	4,90	132	100
Tauari <u>a</u>	85	8.000	5,30	130	130
Tauari <u>b</u>	66	4.500	2,70	45	12
Tento da Terra Firme	71	5.200	3,20	111	19
Ucuúba	40	9.250	5,70	99	366
Urucurana	52	5.600	3,30	140	36

\* A espécie Acariúba não cozinhou com 18% de álcali ativo.

#### 4.4.2. ESTUDO DAS MISTURAS

##### 4.4.2.1. PROCESSO SULFATO

Os Quadros 21, 22 e 23 apresentam, respectivamente, os resultados dos ensaios físico-mecânicos dos papéis fabricados com as polpas das Misturas A, B e C.

Incluem-se os resultados das resistências a auto-ruptura, estouro, rasgo e dobras duplas. Como já citado utilizou-se 5 repetições para rasgo e 10 repetições para as demais propriedades estudadas.

Observando-se os valores contidos nos Quadros 21, 22 e 23, conclui-se que se trata de valores relativamente baixos no tocante a auto-ruptura, estouro e dobras, se comparados com os produzidos pelo Eucaliptus saligna (MAZZEI<sup>22</sup>), enquanto os valores paramétricos de rasgo podem ser considerados comparáveis ou até mesmo ligeiramente superior aos produzidos pelo Eucaliptus.

Quadro 21 - Processo Sulfato - Mistura A - Resultados dos ensaios físico-mecânicos das polpas com grau de moagem de 45°SR

Coz. n°	T.M. mín.	Auto Ruptura km	Estouro kg/cm <sup>2</sup>	Rasgo g	Dobras duplas (n° médio)
1	45	3,95	2,56	121,2	9,9
2	57	5,16	3,12	133	19,7
3	45	4,64	2,94	135	16,4
4	49	5,71	3,50	143,6	24,6
5	45	5,38	3,45	133	24,9
6	48	5,45	3,82	115,2	28,3

Quadro 22 - Processo Sulfato - Mistura B - Resultados dos ensaios físico-mecânicos das polpas com grau de moagem de 45°SR

Coz. n°	T.M. mín.	Auto Ruptura km	Estouro kg/cm <sup>2</sup>	Rasgo g	Dobras duplas (n° médio)
7	45	5,29	3,10	86,2	17,6
8	51	5,04	3,22	126	23,6
9	45	4,49	3,02	104,2	15,0
10	50	5,57	3,67	113,6	24,7
11	49	5,85	4,10	157,6	39,5
12	52	6,19	4,11	146,6	37,7

Coz. Cozimento

T.M. Tempo de Moagem

mín. minuto

Quadro 23 - Processo Sulfato - Mistura C - Resultados dos ensaios físico-mecânicos das polpas com grau de moagem de 45°SR

Coz. nº	T.M. min.	Auto Ruptura km	Estouro kg/cm <sup>2</sup>	Rasgo g	Dobras duplas (nº médio)
13	40	4,33	2,42	73,2	8,6
14	51	5,18	3,23	114,4	16,5
15	48	5,80	3,41	123,4	27,2
16	53	5,53	3,28	139,2	21,6
17	50	5,19	3,28	122,4	27,1
18	50	4,95	3,61	128,2	27,1

Coz. Cozimento

T.M. Tempo de moagem

min. minuto

#### 4.4.2.2. PROCESSO NSSC

Os Quadros 24, 25 e 26 apresentam, respectivamente, os resultados dos ensaios físico-mecânicos dos papéis fabricados com as polpas das Misturas A, B e C, incluindo auto-ruptura, estouro, rasgo e dobras. Utilizam-se 5 repetições para rasgo e 10 repetições para os demais parâmetros.

Estabelecendo-se um paralelo entre os resultados obtidos no processo NSSC e no processo Sulfato, em relação às propriedades físico-mecânicas de auto-ruptura, rasgo, estouro e dobras, verifica-se que esses valores são inferiores no processo NSSC, o que aliás era de se esperar, já que se trata de um processo de deslignificação semiquímico. Os rendimentos, em polpa, todavia, é que realçam a vantagem do processo semiquímico sobre os demais podendo-se, com efeito, também no estudo em foco, verificar rendimentos nitidamente maiores em todos os tratamentos do processo NSSC, se comparados com os do processo Sulfato.

Quadro 24 - Processo NSSC - Mistura A - Resultados dos ensaios físico-mecânicos das polpas com grau de moagem de 45°SR

Coz. Nº	T.M. mín.	Auto Ruptura km	Estouro kg/cm <sup>2</sup>	Rasgo g	Dobras duplas (nº médio)
19	45	3,48	1,96	46,0	3,3
20	43	3,94	2,08	53,6	3,9
21	35	4,48	2,59	67,8	9,7

Quadro 25 - Processo NSSC - Mistura B - Resultados dos ensaios físico-mecânicos das polpas com grau de moagem de 45°SR

Coz. Nº	T.M. mín.	Auto Ruptura km	Estouro kg/cm <sup>2</sup>	Rasgo g	Dobras duplas (nº médio)
22	42	4,69	2,35	64,4	7,8
23	45	4,69	2,35	60,4	5,9
24	40	4,41	2,18	47,2	5,3

Quadro 26 - Processo NSSC - Mistura C - Resultados dos ensaios físico-mecânicos das polpas com grau de moagem de 45°SR

Coz. Nº	T.M. min.	Auto Ruptura km	Estouro kg/cm <sup>2</sup>	Rasgo g	Dobras duplas (nº médio)
25	42	4,03	2,22	55,6	5,6
26	35	4,80	2,81	65,8	9,9
27	40	3,10	1,63	34,8	1,9

Coz. Cozimento  
T.M. Tempo de Moagem  
min. minuto

#### 4.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS ENSAIOS FÍSICO-MECÂNICOS DAS POLPAS.

Os Quadros a seguir mostram os resultados obtidos na análise, pelo Teste SNK, das variáveis rasgo, auto-ruptura, debras e estouro, em cada mistura e para cada processo. Deve-se observar que médias ligadas pela mesma linha não apresentam diferença significativa a nível de 95% de probabilidade.

As análises de variância e os testes de significância encontram-se nos Quadros A.5 a A.35, no Anexo.

##### 4.5.1. PROCESSO SULFATO

Os resultados para as diversas variáveis estudadas, em relação as misturas A, B e C, encontram-se agrupados nos Quadros nº 27 à 40.

##### 4.5.1.1. MISTURA A

Quadro 27 - Comparação entre médias de tempo dentro de cada dosagem de Álcali Ativo - VARIÁVEL RASGO.

Álcali Ativo %	Tempo min.	Média g
18	30	115,2
	60	133,0
20	30	143,6
	60	135,0
22	30	133,0
	60	121,2

Para a variável rasgo, a análise da variância (Quadro A.5) evidenciou que existe diferença significativa entre as médias de dosagens de Álcali Ativo (AA) e entre a interação

Álcali Ativo\* Tempo e, que não existe diferenças significativas para a variável Tempo. A comparação entre médias de Tempo dentro de cada dosagem de AA mostrou que na dosagem de 18% a melhor média foi obtida com o tempo de 60 minutos e que para as dosagens de 20 e 22% de AA, não existem diferenças significativas entre as médias de Tempo.

Quadro 28 - Comparação entre médias de tratamentos - VARIÁVEL AUTO-RUPTURA.

Tratamento T	Álcali Ativo %	Tempo min.	Média km
T <sub>3</sub>	20	30	5,71
T <sub>1</sub>	18	30	5,45
T <sub>2</sub>	18	60	5,38
T <sub>5</sub>	22	30	5,16
T <sub>4</sub>	20	60	4,64
T <sub>6</sub>	22	60	3,95

A variável auto-ruptura (Quadro A.6) apresentou diferença significativa entre as dosagens (AA), Tempo e interação AA\* Tempo e, a comparação entre médias, demonstrou que os tratamentos 20% AA e 30 minutos; 18% AA e 30 minutos e 18% AA e 60 minutos são equivalentes e os melhores. O pior resultado foi obtido para 22% AA e 60 minutos.

Quadro 29 - Comparação entre médias de dosagens de Álcali Ativo - VARIÁVEL DOBRAS.

Álcali Ativo %	M é d i a s	
	$\sqrt{x + 0,5}$ *	Nº de Dobras
18	5,125	25,76
20	4,484	19,61
22	3,837	14,22

\*. Vide 3.2.6 página 38.

Quadro 30 - Comparação entre médias de tempo - VARIÁVEL DOBRAS

Tempo min.	Média Nº de Dobras
30	4,891
60	4,073

A análise da variância (Quadro A.8), para a variável dobras, evidenciou existir significância para as Dosagens e Tempo e não significância para a respectiva interação. A comparação entre médias sugere que o melhor tratamento é com 18% de AA e tempo de 30 minutos.

Quadro 31 - Comparação entre médias de dosagens de Alkali Ativo - VARIÁVEL ESTOURO.

Alkali Ativo %	Média kg/cm <sup>2</sup>
18	3,635
20	3,220
22	2,840

Quadro 32 - Comparação entre médias de tempo - VARIÁVEL ESTOURO

Tempo min.	Média kg/cm <sup>2</sup>
30	3,480
60	2,983

A variável estouro (Quadro A.11) apresentou comportamento semelhante ao da variável dobras ou seja, Dosagens e Tempos significativos e interação não significativa. A comparação entre médias de Dosagens e de Tempo apresentou diferenças significativas e o tratamento 18% AA e tempo de 30 minutos seria o mais indicado. Esta é também a condição mais indicada sob o aspecto econômico.

## 4.5.1.2. MISTURA B

A análise da variância da Mistura B (Quadros A.14, A.16, A.18 e A.20), indicou que, para todas as variáveis (rasgo, auto-ruptura, dobras e estouro), existem diferenças significativas para as doses de Alkali Ativo, Tempos e respectivas interações e, da comparação entre médias, pode-se ainda concluir que:

- Para a variável rasgo o melhor tratamento é com 18% de AA e Tempo de 60 minutos e o menor valor foi obtido com 22% de AA e tempo de 60 minutos.
- Para as variáveis auto-ruptura, dobras e estouro, os tratamentos com 18% de AA e tempo de 30 minutos e 18% AA e tempo de 60 minutos são equivalentes e os melhores. Os valores mais baixos para dobras e estouro foram encontrados para 20 e 22% de AA e tempo de 60 minutos, enquanto que para auto-ruptura o menor valor foi com 20% de AA e 60 minutos.

Quadro 33 - Comparação entre médias de tratamentos - VARIÁVEL RASGO.

Tratamento T	Alkali Ativo %	Tempo min.	Média g
T <sub>8</sub>	18	60	157,6
T <sub>7</sub>	18	30	146,6
T <sub>11</sub>	22	30	126,0
T <sub>9</sub>	20	30	113,6
T <sub>10</sub>	20	60	104,2
T <sub>12</sub>	22	60	86,2

Quadro 34 - Comparação entre médias de tratamentos - VARIÁVEL  
AUTO-RUPTURA

Tratamento T	Álcali Ativo %	Tempo min.	Média Km
T7	18	30	5,19
T8	18	60	5,85
T9	20	30	5,57
T12	22	60	5,29
T11	22	30	5,04
T10	20	60	4,49

Quadro 35 - Comparação entre médias de tratamentos - VARIÁVEL  
DOBRAS

Tratamento T	Álcali Ativo %	Tempo min.	Médias $\sqrt{x + 0,5}$	Nº de Dobras
T8	18	60	6,272	39,5
T7	18	30	6,136	37,7
T9	20	30	4,950	24,7
T11	22	30	4,889	23,6
T12	22	60	4,246	17,6
T10	20	60	3,912	15,0

Quadro 36 - Comparação entre médias de tratamentos - VARIÁVEL ESTOURO.

Tratamento	Álcali Ativo %	Tempo min.	Média kg/cm <sup>2</sup>
T <sub>7</sub>	18	30	4,11
T <sub>8</sub>	18	60	4,10
T <sub>9</sub>	20	30	3,67
T <sub>11</sub>	22	30	3,22
T <sub>12</sub>	22	60	3,10
T <sub>10</sub>	20	60	3,02

#### 4.5.1.3. MISTURA C

Com relação à Mistura C, a análise (Quadros A.22, A.24, A.25 e A.26), demonstrou que para as variáveis rasgo e estouro existem diferenças significativas entre as Dosagens, Tempos e interações e que para as variáveis auto-ruptura e dobras existem diferenças significativas, apenas, entre as Dosagens e interações, sendo o tempo não significativo. A comparação entre médias indica para as variáveis rasgo e estouro os tratamentos de 20% AA e 30 minutos e 18% AA e 30 minutos, respectivamente, como os melhores. Para as variáveis auto-ruptura e dobras observou-se que não existem diferenças entre as médias de Tempo nas dosagens de 18 e 20% AA e que, na dosagem de 22% de AA, o tempo de 30 minutos é o melhor. Os valores maiores para auto-ruptura foram obtidos com 20% de AA e tempos de 30 e 60 minutos. Em todas as propriedades os valores mais baixos foram obtidos com 22% de AA e 60 minutos.

Quadro 37 - Comparação entre médias de tratamentos - VARIÁVEL RASGO.

Tratamento T	Álcali Ativo %	Tempo min.	Média g
T <sub>15</sub>	20	30	139,2
T <sub>13</sub>	18	30	128,2
T <sub>16</sub>	20	60	123,4
T <sub>14</sub>	18	60	122,4
T <sub>17</sub>	22	30	114,4
T <sub>18</sub>	22	60	73,2

Quadro 38 - Comparação entre médias de tempo dentro de cada dosagem de Álcali Ativo - VARIÁVEL AUTO-RUPTURA.

Álcali Ativo %	Tempo min.	Média km
18	30	4,95
	60	5,19
20	30	5,53
	60	5,80
22	30	5,18
	60	4,33

Quadro 39 - Comparação entre médias de tempo dentro de cada dosagem de Alkali Ativo - VARIÁVEL DOBRAS.

Alkali Ativo %	Tempo min.	M é d i a s	
		$\sqrt{x + 0,5}$	Nº de Dobras
18	30	5,223	27,1
	60	5,208	27,1
20	30	4,674	21,6
	60	5,222	27,1
22	30	4,069	16,5
	60	2,300	8,6

Quadro 40 - Comparação entre médias de tratamentos - VARIÁVEL ESTOURO.

Tratamento T	Alkali Ativo %	Tempo min.	Média kg/cm <sup>2</sup>
T <sub>13</sub>	18	30	3,61
T <sub>16</sub>	20	60	3,41
T <sub>15</sub>	20	30	3,28
T <sub>14</sub>	18	60	3,28
T <sub>17</sub>	22	30	3,23
T <sub>18</sub>	22	60	2,42

#### 4.5.2. PROCESSO NSSC

Os resultados para as diversas variáveis estudadas, em relação as Misturas A, B e C, acham-se contidos nos Quadros Nº 41 a 44.

##### 4.5.2.1. MISTURAS A, B e C.

No processo NSSC, as análises da variância (Quadros A.28, A.30, A.32, A.34) foram feitas para as três misturas em conjunto e para cada variável. Em todos os casos detectaram-se significativas entre as Misturas, Dosagens, Interações e Tratamentos.

Quadro 41 - Comparação entre médias de tratamentos para as Misturas A, B e C - VARIÁVEL RASGO.

Tratamento	Mistura	Dosagem	Média
T	-	% Sulfito/Carbonato %	g
T <sub>1</sub>	A	16/3	67,8
T <sub>8</sub>	C	16/4	65,8
T <sub>6</sub>	B	16/5	64,4
T <sub>5</sub>	B	16/4	60,4
T <sub>9</sub>	C	16/5	55,6
T <sub>2</sub>	A	16/4	53,6
T <sub>4</sub>	B	16/3	47,2
T <sub>3</sub>	A	16/5	46,0
T <sub>7</sub>	C	16/3	34,8

A comparação entre médias de tratamentos das Misturas A, B e C, para variáveis rasgo, demonstrou que os tratamentos com 3% de carbonato de sódio para Mistura A, 5% para a Mistura B e 4% para a Mistura C, são estatisticamente iguais,

e os melhores. O pior resultado foi obtido para a Mistura C com 3% de carbonato.

Quadro 42 - Comparação entre médias de tratamentos para as Misturas A, B e C - VARIÁVEL AUTO-RUPTURA.

Tratamento T	Mistura	Dosagem % Sulfito/Carbonato %	Média km
T <sub>8</sub>	C	16/4	4,80
T <sub>5</sub>	B	16/4	4,69
T <sub>6</sub>	B	16/5	4,69
T <sub>1</sub>	A	16/3	4,48
T <sub>4</sub>	B	16/3	4,41
T <sub>9</sub>	C	16/5	4,03
T <sub>2</sub>	A	16/4	3,94
T <sub>3</sub>	A	16/5	3,48
T <sub>7</sub>	C	16/3	3,10

Para a variável auto-ruptura, a comparação entre médias mostrou que os tratamentos com 4% de carbonato para a Mistura C e 4 ou 5% para a Mistura B são equivalentes e os melhores e que, para a Mistura A, o tratamento com 3% de carbonato é o melhor. A mistura C com 3% de carbonato foi a que apresentou o valor mais baixo.

Quadro 43 - Comparação entre médias de tratamentos para as  
Misturas A, B e C - VARIÁVEL DOBRAS.

Tratamento T	Mistura -	Dosagem % Sulfito/Carbonato %	Médias	
			$\sqrt{x + 0,5}$	Nº de Dobras
T <sub>8</sub>	C	16/4	3,191	9,9
T <sub>1</sub>	A	16/3	3,166	9,7
T <sub>6</sub>	B	16/5	2,871	7,8
T <sub>5</sub>	B	16/4	2,523	5,9
T <sub>9</sub>	C	16/5	2,451	5,6
T <sub>4</sub>	B	16/3	2,399	5,3
T <sub>2</sub>	A	16/4	2,087	3,9
T <sub>3</sub>	A	16/5	1,946	3,3
T <sub>7</sub>	C	16/3	1,539	1,9

Analisando-se o comportamento da variável dobras, verifica-se que os tratamentos com 4% e 3% de carbonato para as Misturas C e A, respectivamente, são equivalentes e os melhores enquanto que, para a Mistura B, a dosagem de 5% é a indicada. O menor valor foi obtido para a mistura C com 3% de carbonato.

Quadro 44 - Comparação entre médias de tratamentos para as  
Misturas A, B e C - VARIÁVEL ESTOURO.

Tratamento	Mistura	Dosagem	Média
T	-	% Sulfito/Carbonato %	kg/cm <sup>2</sup>
T <sub>8</sub>	C	16/4	2,81
T <sub>1</sub>	A	16/3	2,59
T <sub>5</sub>	B	16/4	2,35
T <sub>6</sub>	B	16/5	2,35
T <sub>9</sub>	C	16/5	2,22
T <sub>4</sub>	B	16/3	2,18
T <sub>2</sub>	A	16/4	2,08
T <sub>3</sub>	A	16/5	1,96
T <sub>7</sub>	C	16/3	1,63

Com relação à variável estouro verifica-se um comportamento semelhante ao da variável dobras, ou seja, as dosagens de 4% e 3% para as Misturas C e A, respectivamente, e as dosagens de 4% e 5%, para a Mistura B, são as melhores. O valor mais elevado foi obtido para a mistura C com 4% de carbonato enquanto o pior resultado foi ainda para a mistura C, com 3% de carbonato.

## 5. DISCUSSÃO

### 5.1. AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA ADOTADA

As florestas tropicais úmidas se caracterizam pela grande heterogeneidade de composição. Esse fato tem suscitado, ao longo dos anos, intensa especulação sobre se matéria prima com tais características pode apresentar condições operacionais adequadas para utilização, em mistura, para fins papeleiros.

Os estudos pioneiros, quase todos partindo de diferentes premissas, grupavam as espécies tendo em vista, sobretudo, o desempenho em relação à desintegração.

PETROFF<sup>32</sup>, dividiu as madeiras procedentes do maciço florestal de Edea (Vale do rio Congo) objeto de seu estudo, em duas classes: Madeiras ricas em lignina e com elevados teores de extrativos foram grupadas numa classe considerada de desintegração e deslignificação difícil e, madeiras de fácil polpagem pelo processo convencional do sulfato, com teores mais elevados de celulose e hemiceluloses e, conseqüentemente, com um mais baixo conteúdo de extrativos e lignina, em outra classe.

Partindo, em última análise, de um fundamento semelhante, LAUNDRIE, citado por AZEVEDO CORRÊA<sup>5</sup>, dividiu as madeiras também em dois grupos baseado em densidades, tendo considerado o valor arbitrário de  $0,50 \text{ g/cm}^3$  como ponto de separação dos dois grupos. Assim, as madeiras pesadas, com densidade acima de  $0,50$ , consideram-se de difícil polpagem, enquanto, as madeiras mais leves, de densidade inferior a  $0,50$ , consideram-se, em princípio, madeiras de mais fácil deslignificação.

IJFF<sup>17</sup>, no estudo papeleiro da floresta do Surinam, dividiu as espécies tendo em vista premissas de ordem ecológica, em espécies de terra firme e espécies de várzea.

AZEVEDO CORRÊA<sup>3</sup>, também preocupado com a heterogeneidade das espécies e com o desempenho diferenciado na polpagem, seguiu a mesma linha dos antecessores dividindo as madeiras do maciço florestal ao longo da rodovia Manaus-Itacoatiara, objeto do estudo, em duas classes, a saber, madeiras de desintegração fácil de baixa densidade, e madeiras de desintegração difícil, de elevada densidade.

A metodologia adotada na presente pesquisa se afasta, basicamente, dos trabalhos anteriores sobre a utilização das madeiras tropicais em misturas para fins papeleiros, tendo-se adotado um enfoque eminentemente operacional, prático e econômico. Com efeito, embora a classificação das madeiras em dois grupos, de fácil e difícil desintegração, determine certas nuances diferenciais na polpagem e nas características das fibras, essas diferenças parecem não se apresentarem à níveis que justifiquem, sob o ponto de vista econômico, os custos envolvidos numa seleção e separação das madeiras por densidades ou por espécies.

A maneira mais prática e mais econômica de aproveitamento das florestas para fins de polpagem, consiste, simplesmente, em abater as árvores encaminhando a matéria prima para as fábricas, sem nenhum acréscimo adicional de custos que seria provocado por uma triagem e classificação prévia. A separação das chamadas madeiras de lei se justifica pelo valor incomparavelmente mais elevado e que pode facilmente suportar a incidência de algum gasto adicional, se é que vai o mesmo

ocorrer.

No presente estudo, a diretriz sempre perseguida foi de atingir um aproveitamento máximo da matéria prima disponível com a preocupação de adaptação dos métodos convencionais utilizados na polpagem de folhosas e já de há muito comprovado como sendo o processo do sulfato e o semiquímico do sulfito neutro (IJFF<sup>17</sup>).

O estudo prévio das espécies individualmente foi adotado por todos os pesquisadores já citados e também foi feito no presente estudo embora, apenas como orientação, não se constituindo, por isso, como objetivo fundamental e principal. Este, sim, vem configurado no estudo da viabilidade técnica de aproveitamento das madeiras do maciço florestal ao longo da Santarém-Cuiabá, no Estado do Pará, em misturas para fins papeleiros.

## 5.2. ANÁLISES QUÍMICAS

### 5.2.1. ESTUDO INDIVIDUAL DAS ESPÉCIES

Tendo em vista uma avaliação global mais rápida, embora apenas superficial, do comportamento das espécies selecionadas para comporem as misturas papeleiras, objeto principal do presente estudo, os dados contidos no Quadro 6 e que representam os resultados das análises químicas levadas a efeito em cada uma das 70 espécies consideradas foram sumarizados, determinando-se, em relação a cada parâmetro analítico, os valores mínimo, médio e máximo. O desvio padrão e o coeficiente de variação calculados sugere a intensidade de dispersão dos resultados das análises químicas. Esses valores estão contidos no Quadro 8. Analisando-se os dados contidos no Quadro 8 verifica-se que o coeficiente de variação é bastante elevado

para resíduo mineral fixo. Tal fato, todavia, não constitui nenhum problema desde que o valor mais elevado encontrado na espécie Caraipé foi apenas 1,31%, bastante inferior ao valor de 2% considerado crítico e perigoso, mormente, quando apresentando, na composição, elevado teor de sílica, pelo desgaste que pode ocasionar nos moinhos e telas (SALLADA<sup>41</sup>).

Os extrativos da madeira constituídos principalmente por ácidos graxos, fenóis, taninos, terpenos, resinas, açúcares, alcalóides, etc, segundo SANDERMANN<sup>43</sup>, influem de maneira marcante nas propriedades da madeira e afetam diretamente o rendimento, coloração e qualidade da polpa, dificultando, ainda, a recuperação das lixívias devido a formação de sabões.

Atenção especial, por isso, deve ser dada as espécies Melancieira, Muiracatiara a, Castanha-do-Brasil, Jutaí-Açu, Acariúba, Breu Sucuruba, Sucupira, Louro Vermelho, Tenta da Terra Firme e Copaíba, uma vez que essas espécies apresentam elevados teores de solúveis em água e/ou álcool - benzol. No conjunto, entretanto, o percentual de volume com que participam essas espécies na formação das misturas, não se apresenta capaz de afetar mais seriamente as características papeleras das polpas obtidas.

#### 5.2.2. ESTUDO DAS MISTURAS

Sob o ponto de vista papeleiro, uma das mais importantes características das fibras é o conteúdo de hemicelulose (F.A.O.<sup>13</sup>, SALLADA<sup>41</sup>). Embora esse dado nem sempre seja disponível, pode se admitir, em estimativa um tanto aproximada, quando se tratar de espécies tropicais folhosas, que o teor de pentosanas corresponde ao de hemicelulose (F.A.O.<sup>13</sup>). Quanto

mais elevado o teor de hemicelulose tanto melhores serão as propriedades físico-mecânicas da fibra. Geralmente, os papeis produzidos com tal matéria prima se revestem de uma rigidez acentuada especialmente requerida, por exemplo, no papelão ondulado (IJFF<sup>17</sup>).

Observando-se os dados contidos no Quadro 7 verifica-se que os teores das 3 misturas A, B e C, em relação a pentosanas, se comparam ao do Eucaliptus (MAZZEI<sup>22</sup>), em torno de 13%, valores bem menos elevados do que os apresentados por certos materiais papaleiros não convencionais como folhas, bagaço de cana, bambu e outros que apresentam teores variáveis de 15 a 32% de hemicelulose (F.A.O.<sup>13</sup>).

### 5.3. CARACTERÍSTICAS MÉTRICAS DAS FIBRAS

O comprimento das fibras exerce considerável efeito sobre as propriedades do papel (F.A.O.<sup>13</sup>, SALLADA<sup>41</sup>). Considerando-se que a resistência ao rasgo é diretamente proporcional ao comprimento da fibra e a espessura da parede da mesma, é de se esperar que os papeis fabricados com as misturas em foco apresentem baixos valores para esse tipo de ensaio conforme se pode deduzir dos valores contidos no Quadro 9. Deve-se ressaltar que a resistência ao rasgo é, também, diretamente proporcional a densidade e a idade da madeira, à % de celulose e ao comprimento relativo (relação entre o comprimento e a largura da fibra), (F.A.O.<sup>13</sup>, SALLADA<sup>41</sup>), embora esse conceito seja contestado por BARRICHELO<sup>6</sup> quando afirma: o comprimento relativo precisa, ainda, de maiores informações para se poder relaciona-lo com as propriedades do papel, mas parece que o mesmo não possui um amplo espectro de variação porque

na maioria dos casos fibras mais longas são também fibras mais largas.

O comprimento das fibras não tem, praticamente, influência sobre as propriedades de auto-ruptura e estouro con tanto que esse comprimento não seja inferior a 0,8 mm. A resistência a dobras no papel também parece ser pouco afetada pelo comprimento das fibras (F.A.O.<sup>13</sup>). A formação das folhas embora proceda mais facilmente para fibras curtas do que para fibras longas o rendimento do processo produtivo é, de certa forma, afetado pela presença de fibras curtas já que as velocidades da máquina tem que ser convenientemente ajustadas.

Observa-se que prevalecendo nas madeiras estudadas fibras curtas e muito curtas esse fato poderá ocasionar problemas em relação a velocidade da máquina de papel.

Considerando, outrossim, que 67,14% das espécies estudadas são constituídas por fibras de paredes muito delgadas e delgadas e que as resistências ao estouro e a dobras do papel são inversamente proporcionais a espessura da parede (F.A.O.<sup>13</sup>, SALLADA<sup>41</sup>) papeis com valores médios de resistência devem ser esperados para as misturas. Por outro lado, fibras de parede delgadas e muito delgadas, denominadas por SANDERMANN<sup>43</sup> como do tipo plano, durante a formação da folha de papel recaem umas sobre as outras e se achatam, mantendo uma superfície de contato muito grande não permitindo a presença de muito ar entre as mesmas e, produzindo papeis pouco opacos ou mais ou menos transparentes.

O coeficiente de flexibilidade, relação entre o lúmen e o diâmetro da fibra, mantendo uma relação direta com a resistência a auto-ruptura, permite esperar que valores médios

sejam obtidos nas misturas, embora a resistência a auto-ruptura dependa também de uma maior ou menor facilidade de decomposição das fibras em fibrilas, da constituição química e da capacidade de hidratação das fibras (CASEY<sup>10</sup>).

Em função do estudo individual vale a pena destacar as espécies Carapanaúba a, Sucupira, Caraipé, Abiurana a, Abiurana c e Pau d'arco Amarelo, pois, constituídas por fibras do tipo tubular, ou seja, lúmen pequeno e parede muito espessa, deverão produzir papeis de baixa densidade e alta opacidade e, ainda, baixas resistências ao estouro, dobras e auto-ruptura. Inversamente, por apresentar fibras do tipo plano, ou seja, lúmen grande e parede delgada e, conseqüentemente, elevados valores de coeficiente de flexibilidade, bons resultados de resistência a auto-ruptura devem ser esperados para as espécies Louro Preto, Ucuúba, Cuiarana, Imbaubarana, Copaíba e Mururé, entre outras.

#### 5.4. POLPAGEM

##### 5.4.1. ESTUDO INDIVIDUAL DAS ESPÉCIES

Os resultados de polpagem que podem ser vistos nos Quadros 11 e 12, permitem concluir, pelos elevados valores de números de permanganato e rejeito apresentados por algumas espécies e, até mesmo, o não cozimento da espécie Acariúba, que os cozimentos das misturas deverão iniciar-se com o mínimo de 18% AA variando-se, agora, o tempo em 60 minutos e 30 minutos uma vez que a variável tempo é uma das mais importantes no processo sulfato de cozimento.

## 5.4.2. ESTUDO DAS MISTURAS

### 5.4.2.1. PROCESSO SULFATO

Analisando-se os valores contidos nos Quadros 13, 14 e 15, observa-se que apenas o cozimento nº 12 (18% AA e 30 minutos) da mistura B apresentou rejeito superior a 2%, limite máximo economicamente permissível e que embora os valores de número de permanganato continuem elevados para cozimentos com 18 e 20% AA, opções para branqueamento são oferecidas com 22% AA e, em alguns casos, 20% de AA e tempo de 60 minutos.

Os valores de rendimento em polpa e de pH situados entre 40,55 e 46,60% e 12,4 e 12,6, respectivamente, devem ser considerados como se enquadrando dentro das expectativas.

Com efeito, o estudo individualizado das espécies já sugeria um rendimento não muito elevado nas misturas com base nas mesmas. PETROFF<sup>32</sup> obteve rendimentos em torno de 45% de polpa não branqueada em cozimento de madeiras em misturas da floresta de Edea, na República dos Camarões. IJFF<sup>17</sup> obteve um rendimento de 43,5% de polpa não branqueada (número de permanganato de 21) desintegrando pelo processo sulfato mistura de madeira das florestas do Surinam. Assim, o rendimento em polpa das misturas de madeiras tropicais folhosas parece ser um dos elementos menos favoráveis em comparação com madeiras de folhosas de clima temperado. Esse rendimento mais baixo, por isso, deverá encontrar uma correspondente compensação, se possível, nos custos mais baixos das madeiras tropicais.

Quanto aos valores de pH entre 12,4 e 12,6 já se constituía, em princípio, um prognóstico à obtenção de pH elevado nas lixívias residuais. A combinação ideal entre os três fato

res fundamentais para a consecução de uma boa polpagem, a saber: tempo, percentagem de álcali ativo e temperatura, é função do número de permanganato das polpas em cada caso e do pH da correspondente lixívia negra. Segundo HINRICHS, citado por SALLADA<sup>42</sup>, considera-se uma combinação correta desses três fatores quando, à um valor de número de permanganato abaixo de 18 corresponder um pH na respectiva lixívia negra acima de 11,9, o que de fato ocorreu na maioria dos cozimentos com exceção, apenas, dos de nº 6, 11, 12, 16 e 18.

#### 5.4.2.2. PROCESSO NSSC

Para o processo NSSC, Quadros 16, 17 e 18, três cozimentos de cada mistura foram feitos, mantendo-se fixo e constante o teor de  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ , variando-se, tão somente, a quantidade de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  tendo em vista a obtenção de um pH em torno de 8,0 o que, em ensaios anteriormente realizados, com espécies folhosas amazônicas, evidenciou ser aquele que produziu maiores rendimentos em polpa e polpas de melhor qualidade. É evidente que se poderia formular relações de  $\text{Na}_2\text{SO}_3/\text{Na}_2\text{CO}_3$  variando-se, também, as quantidades de sulfito o que, todavia, obrigaria a multiplicar o número de cozimentos. Preferiu-se por isso, nesse estudo preliminar de polpagem pelo processo semiquímico do sulfito neutro, não fazer uma abordagem em maior profundidade, o que poderá ser objeto de um estudo futuro.

A vantagem do processo NSSC de polpagem é a obtenção de elevado rendimento em polpas que podem receber inúmeras aplicações como papel para jornal, papelão corrugado para embalagens e, inclusive, em misturas com cerca de 25% de polpas

de fibra longa, para fabricação de papeis de embrulho. Dos dados contidos nos Quadros 16, 17 e 18 pode-se concluir que os rendimentos em polpa foram os de fato esperados e os valores de número de permanganato, situando-se em torno de 30, indicam boa deslignificação. Convém, nessa oportunidade, ressaltar que IJFF<sup>17</sup>, estudando as madeiras das florestas do Surinam, não chegou a resultados satisfatórios, provavelmente, devido a não ter ajustado corretamente o pH inicial da lixívia pelo emprego de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Em conclusão afirma IJFF<sup>17</sup> que, "por motivos desconhecidos as madeiras tropicais do Surinam são muito mais dificilmente impregnadas pela lixívia  $\text{Na}_2\text{SO}_3/\text{Na}_2\text{CO}_3$  do que as madeiras de espécies folhosas das regiões temperadas e por esse motivo o processo de polpagem semiquímico pelo  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  não pode ser aplicado com êxito".

## 5.5. ENSAIOS FÍSICO-MECÂNICOS DAS POLPAS

### 5.5.1. ESTUDO INDIVIDUAL DAS ESPÉCIES

Como era de se esperar, dada a diversidade de propriedades químicas e morfológicas das fibras das madeiras do maciço florestal estudado, os resultados dos ensaios físico-mecânicos, Quadros 19 e 20, acompanharam a mesma variação das características métricas e químicas, em cada caso. Com base nos resultados do estudo individual das espécies não é de se esperar, portanto, que as polpas obtidas das misturas dessas espécies possam apresentar algum fator novo a não ser que as propriedades físico-mecânicas das mesmas correspondam as propriedades médias das madeiras envolvidas. Estudos anteriores feitos pelos já citados pesquisadores PETROFF<sup>32</sup> IJFF<sup>17</sup> AZEVEDO CORRÊA<sup>3,5</sup> e outros, confirmam tal expectativa.

## 5.5.2. ESTUDO DAS MISTURAS

## 5.5.2.1. PROCESSO SULFATO

Pela análise dos resultados contidos nos Quadros 21, 22 e 23, verifica-se que as expectativas de valores apenas regulares para as características físico-mecânicas das polpas nas misturas foram inteiramente atendidas. De resto, tal desempenho não se constitui um marco exclusivo do maciço florestal objeto da presente pesquisa já que estudos levados a efeito em outras regiões tropicais, evidenciaram um comportamento de inteiro paralelismo, conforme se pode ver no Quadro 45.

Quadro 45 - Comparação entre madeiras de diversos maciços florestais tropicais em mistura. Desempenho de polpa e características das polpas.

Floresta	Rend. %	NP	Auto- ruptura m	Estouro kg/cm <sup>2</sup>	Rasgo g	Dobras Duplas
Santarém-Cuiabá*	46,6	32,9	6.790	4,1	146,6	37,7
Edea-Camarões fibras curtas	45,4	21	7.400	4,6	95	120
fibras longas	44,8	20,6	7.000	4,7	125	80
Surinam	47,3	34,0	6.650	4,6	96	-

Fontes: \* Cozimento nº 12

Rend. - Rendimento

Edea- Camarões (PETROFF<sup>32</sup>)

NP - Nº de permanganato

Surinam (IJFF<sup>17</sup>)

#### 5.5.2.2. PROCESSO NSSC

Os processos semiquímicos geralmente não objetivam o atingimento de uma deslignificação muito intensa e as propriedades físico-mecânicas das polpas, em comparação com as obtidas pelo processo Sulfato, são também inferiores. Trata-se portanto, de matéria prima utilizada para certos fins específicos, embora possa ela também ser submetida ao branqueamento pelos processos convencionais. A coloração das polpas obtidas pelo processo NSSC é mais clara do que as obtidas pelo processo Sulfato. Os valores contidos nos Quadros 24, 25 e 26, em tese, de 40 a 50% mais baixos do que os correspondentes relativos as polpas obtidas pelo processo Sulfato, (Quadros 21, 22 e 23) estão, não obstante, inteiramente de acordo com os valores de polpas de folhosas obtidas pelo mesmo processo de polpagem pelo Sulfito neutro.

## 6. CONCLUSÕES

### 6.1. DO ESTUDO INDIVIDUAL DAS ESPÉCIES

a) A avaliação individual das propriedades papeleiras das espécies componentes do Maciço Florestal Planalto I, objeto do presente estudo, confirma a expectativa da heterogeneidade desse tipo de matéria-prima.

b) Os coeficientes de variação bastante elevados para resíduo mineral fixo e solubilidades em água quente e fria, lixívia de hidróxido de sódio a 1% e álcool/benzol, não deverão constituir problemas de consequências mais sérias, desde que o valor máximo de resíduo mineral fixo se situa abaixo de 2% geralmente considerado como valor limite e crítico para esse parâmetro. Por outro lado, as espécies com elevados teores de extrativos, no conjunto, somam um percentual de volume com que participam na formação das misturas incapaz de afetar mais intensamente as características papeleiras das mesmas.

c) As 70 espécies enfocadas, embora altamente diversificadas sob o aspecto taxonômico, apresentam notável paralelismo, entre si, no tocante aos teores de celulose, lignina e pentosanas, o que se configura pelos respectivos coeficientes de variação relativamente baixos.

d) A análise, em conjunto, dos valores paramétricos das 70 espécies estudadas, indica a viabilidade de sua utilização para fins papeleiros, em misturas.

e) Pela análise dos valores das características métricas das fibras (Quadro 9), verifica-se que apenas 21,43% das 70 espécies apresentam fibras longas segundo a classificação da COPANT<sup>11</sup>. Esse percentual corresponde a 27% do volume total das mesmas. Na hipótese de que seja feita a utilização total das 70 espécies (mistura A), as polpas obtidas pelo processo Sulfato e também pelo Sulfito Neutro não apresentarão e levados valores para rasgo, ainda que esses valores não devam se situar em nível muito baixo.

f) Algumas espécies, pelas excelentes propriedades pa peleiras que apresentam, devem ser destacadas e, dentre todas, a Cuiarana (Terminalia amazônia Excell in Pulle) merece especial atenção pelas elevadas resistências ao rasgo, estouro, dobras e auto-ruptura, associadas a um bom rendimento em fibras. Destacam-se, ainda, as espécies Mururé, Muiratauí, Jutai-Mirim, Breu Sucuruba, Paricá da Terra Firme, Tachirana e Faveira Folha Fina.

Pelo desempenho técnico apresentado essas espécies merecem uma avaliação em maior profundidade, inclusive, sob o aspecto silvicultural, a fim de se determinar suas potencialidades como matéria prima para pastas e polpas papeleiras.

## 6.2. DAS MISTURAS

a) Comparando-se as misturas B (eliminadas as espécies de serraria) e C (com apenas 30% do volume da madeira apta para serraria), entre si e com a mistura de referência A (que engloba todas as 70 espécies) conclui-se que as propriedades físicas, químicas e físico-mecânicas e ainda os rendimentos, aparentemente, são favoráveis à Mistura B, embora em escala

não muito acentuada, o que vem evidenciar a nítida vantagem econômica e também de desempenho técnico, determinada pela eliminação das misturas com fins papeleiros das espécies aptas para serraria.

b) Considerando os aspectos tecnológicos e econômicos, pode-se concluir, ainda, que para as três misturas estudadas as melhores condições de polpagem pelo processo Sulfato são os cozimentos com 18% de Alkali Ativo e 30 minutos, na temperatura de 170°C.

c) No processo do Sulfito Neutro, tendo em vista rendimentos e características técnicas das fibras, as condições mais favoráveis são uma função do tipo da mistura, em cada caso. Assim, para a mistura de referência A o melhor tratamento foi a polpagem com 16% de sulfito de sódio e 3% de carbonato de sódio; para a mistura B o tratamento melhor pressupõe 16% de sulfito de sódio e 5% de carbonato de sódio; e, finalmente, para a mistura C o melhor desempenho foi evidenciado pelo cozimento com 16% de sulfito de sódio e 4% de carbonato de sódio. Observe-se que a mistura C com 4% foi a que apresentou, de maneira geral, os melhores resultados para todas as propriedades testadas.

d) O predomínio de mais de 70% de fibras curtas e muito curtas nas três misturas cria a expectativa de baixos valores, particularmente de rasgo. Esse prognóstico de fato se concretizou embora, os valores de rasgo obtidos não devam ser considerados muito baixos o que, provavelmente, se devem à presença em torno de 25% de fibras longas nas misturas.

e) Deve-se destacar particularmente o processo NSSC que, produzindo rendimentos elevados de polpas com caracterís

ticas satisfatórias para utilização em linhas específicas de aplicação, poderá encontrar condições favoráveis de desenvolvimento, especialmente na produção de polpas para fabricação de papelão corrugado e, talvez, para papel de imprensa.

O processo Sulfato produz polpas com características satisfatórias para muitas aplicações e, em certo sentido, podendo-se situar mesmo, em nível de superioridade em comparação com polpas de procedência convencional de espécies folhosas de climas temperados, conclusão a que chegou também PETROFF<sup>32</sup> no seu trabalho sobre o maciço florestal de Edea, na República dos Camarões.

O fator mais desfavorável e que deve ser levado na devida consideração se relaciona ao rendimento, em tese, mais baixo para as misturas de espécies tropicais.

f) Embora nas melhores condições de polpagem as misturas A, B e C, formuladas com base nas espécies arbóreas nativas do Maciço Florestal Planalto I, não possam ser consideradas matéria prima de excepcional qualidade para a obtenção de papéis em que se exijam elevadas resistências à auto-ruptura, estouro, dobras e rasgo, elas apresentam, no entanto, características capazes de produzir papéis de desempenho satisfatório para a utilização em inúmeras linhas de aplicação.

Nesse sentido, comprova-se, mais uma vez, a viabilidade de técnica da utilização das imensas reservas florestais nativas da faixa tropical úmida como matéria prima para papel.

## RESUMO

Estuda-se, sob o ponto de vista papeleiro, o maciço florestal nativo ao longo da Rodovia Santarém-Cuiabá, Estado do Pará, entre os quilômetros 50 e 217. Para os cozimentos foram utilizados os Processos Sulfato e Sulfito Neutro (NSSC). Formularam-se 3 hipóteses correspondentes à 3 misturas, sendo a mistura A a que inclui todas as 70 espécies selecionadas, a mistura B inclui todas as espécies com a exclusão daquelas mais indicadas para a utilização em serraria e outras aplicações madeireiras; a mistura C engloba todas as espécies da mistura B com acréscimo de 30%, em volume, das espécies indicadas para serraria. O melhor desempenho foi apresentado pela mistura B que reúne todas as espécies arbóreas com mais de 25 cm de DAP com exclusão das madeiras aptas para uso em serraria. Essa mistura, pode ser considerada representativa do maciço florestal estudado, inclui 54,52% do número de árvores por hectare e 49,25% do volume da madeira. Conclui-se que as misturas formuladas A, B e C, embora não possuindo excepcionais qualidades para a obtenção de papeis em que se exijam elevadas resistências à auto-ruptura, estouro, dobras e rasgo, elas apresentam, no entanto, características capazes de produzir papeis de desempenho satisfatório para a utilização em inúmeras linhas de fabricação. O es

tudo individual das espécies, embora realizado apenas para fornecer subsídios às misturas, permitiu selecionar algumas espécies vocacionadas à fabricação de celulose e papel destacando-se, entre elas, a Cuiarana (Terminalia amazonia Exell in Pulle) pelos elevados valores de resistências físico-mecânicas do papel produzido.

### SUMMARY

From the viewpoint of paper making, the amazonian native forest between kilometers 50 and 217 of the Santarém-Cuiabá road was studied. The pulps was prepared by the sulfate process and neutral sodium sulfite process (NSSC). Three hypotheses were formulated corresponding to three mixtures. Mixture A included all selected species; mixture B included all selected species except those generally suitable for commercial lumbering; mixture C included all species of mixture B plus 30% in volume of the commercial lumber species. The best results were obtained using mixture B, which can be considered as representative of the forest studied with 54.52% of the trees per hectare and 49.25% of wood volume. It was found that the mixture A, B and C produce good quality paper that can be used in several industrial processes, although those mixtures do not produce high quality paper considering the following properties: self breakage, burst, double folding and tear. Although the study of the individual species were mainly used to support the mixtures evaluation, it allowed to select some species that can be used for cellulose and paper industry, including Terminalia amazonia, which exhibited a good performance test of the paper produced.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. Normas. São Paulo, 1974.
2. AZEVEDO CORREA, A. & LOBATO, R. de F. Estudo papeleiro de madeiras da Amazônia, Manaus, INPA, 1970. 36 p.
3. —. Estudo papeleiro de maciços florestais amazônicos, 1 Maciço florestal da estrada Manaus-Itacoatiara. Acta Amazônica, Manaus, 4(2):23-46, 1974.
4. —. O Marupá como essência papeleira de reflorestamento. Acta Amazônica. Manaus, 2(3):83-91, 1972.
5. —. A Demanda por Celulose e Papel e Estudo Comparativo de Pastas Celulósicas de Folhosas da Amazônia com Eucalyptus alba REINW EX BLUME e Gmelina arborea ROXB.
6. BARRICHELO, L.E.G. A madeira das espécies de Eucalipto como matéria prima para a indústria de celulose e papel. Série Divulgação, PRODEPEF, 13, 1976, 145 p.
7. BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral, Projeto RADAM. Folha SB. 21 Tapajós; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1975. 418 p. (Levantamento de Recursos Naturais, 7).
8. BRAUNS, O. The Bai Bang paper mill. Svensk Papperstioning, 25(5):129-139, 1977.
9. CARVALHO, W.A.T. de. A tecnologia das matérias primas celulósicas brasileiras. 1- Região Amazônica. O Papel, São Paulo, 31:27-44, 1970.

10. CASEY, J.P. Pulping and bleaching. In: Pulp and paper chemistry and chemical technology. 2. ed. New York, Interscience, 1966. v. 1, 675 p.
11. COPANT. Descripcion de características generales macroscópica e microscópicas de las maderas Angiospermas Dicotiledoneas. S.l., 1974 19 p. mimeo.
12. COSTA FILHO, P.P. Informações pessoais prestadas pelo Setor Florestal do CPATU. Belém, 1979.
13. F.A.O. Raw materials for more paper; Pulping processes and procedures recommended for testing. Rome, 1953. 171 p. (F.A.O. Forestry and Forest Products Study, 6).
14. GOMES, F.P. Curso de Estatística Experimental. 5. ed. Piracicaba, ESALQ, 1973. 430 p.
15. HEINSDIJK, D. & BASTOS, A. de M. Inventários Florestais da Amazônia. Rio de Janeiro, Serviço Florestal, Setor de Inventários Florestais, 1963. 100 p. (Boletim, 6).
16. IBDF. Grupo de Operações da Amazônia. Inventário Florestal da Santarém-Cuiabá. Belém, s.d. 61 p. (mimeo).
17. IJFF, I.J.W. Experiments on the production of paper pulp from mixed Surinam hardwoods. Amsterdam, Royal Tropical Institute, 1955. 43 p.
18. LE COINTE, P. Árvores e plantas úteis indígenas e aclimadas; nomes vernáculos e nomes vulgares, classificação botânica, habitat. Belém, Clássica, 1934. v. 3.
19. LOGAN, A.F. & PHILLIPS, F.H. The pulping and papermaking potential of tropical hardwoods; III Properties of pulps from wood chip mixtures representing block 2 in

- the Vanimo timber area, Papua New Guinea. Melbourne, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, 1975. 25 p. (Division of Chemical Technology Technical Paper, 6).
20. LOGAN, A.F.; PHILLIPS, F.H.; EDDOWES, P.J. HARRIES, E.D.Z. & BAIN, R.B. The pulping and papermaking potencial of tropical hardwoods; V. Individual species from Papua New Guinea and their application in theoretical and simulated samples. Melbourne, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, 1978. 37 p. (Division of Chemical Technology Technical Paper, 9).
21. LOUREIRO, A.A. & SILVA, M.F. Catálogo das madeiras da Amazônia. Belém, SUDAM, 1968. 2. v.
22. MAZZEI, F.M. & OVERBECK, W. Investigações da influência da idade nos característicos físicos e químicos do lenho e das pastas celulósicas de Eucaliptus saligna. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1966. (I.P.T. Publicação 758).
23. MELO, C.F.M. de; SOUZA, H. B; LOUREIRO, M. R; WISNIEWSKI, A. A "Ucuuba" como fonte de celulose para papel. Belém, IPEAN, 1971. 24 p. (IPEAN. Tecnologia, v.2 nº 2).
24. —. ALVES, M. F; DUARTE, M. L; & SOUZA, H. Madeiras tropicais para reflorestamento, celulose e papel. Belém, IPEAN. 1971. 75 p. (IPEAN. Tecnologia, v. 2 nº 1).
25. —. HUHN, S. Polpas branqueadas de madeiras da Amazônia. Belém, IPEAN, nov. 1974. p.1-23 (IPEAN. Boletim Técnico, 61).

26. —. WISNIEWSKI, A. & ALVES, S. Possibilidades papeleiras do Açaizeiro. Belém, IPEAN, dez. 1974. 1. 1-34 (IPEAN. Boletim Técnico, 63).
27. —. & WISNIEWSKI, A. Papel; um subproduto da heveicultura. In: CONGRESSO ANUAL DA ABCP. 99. São Paulo, 15-19 nov. 1976. Trabalhos técnicos. São Paulo, ABCP, 1976. p. 59-68.
28. —. & GOMES, J.I. Estudo químico e micrográfico de madeiras da Amazônia. Belém, CPATU, 1979. 70 p. (Comunicado Técnico, 19).
29. —. & MÜLLER, N.R.M. Estudo químico e micrográfico de madeiras da Amazônia II. Belém, CPATU (No Prelo).
30. MOURA, F.I. Celulose e Papel como essência da Amazônia. Tecnologia, Rio de Janeiro; 2(2):63:91, 1959.
31. OVERBECK, W. Pastas celulósicas de madeiras da Amazônia - São Paulo, IPT, 1968. (IPT. Publicações, 828).
32. PETROFF, G.; DOAT, J. & TISSOT, M. Paper pulp Characteristics of a heterogeneous tropical forest; The forest zone of EDEA in the Cameroons. Norgent Sur Marne, Centre Technique Forestier Tropical, 1971. 189 p.
33. —. La production de cellulose dans les pays de l'O.C.A.I.M. Bois et forêts des tropiques, Norgent Sur Marne. 143: 35-44, 1972.
34. PHLLIPS, F.H. & LOGAN, A.F. Papua New Guinea hardwoods: future source of raw material for pulping and papermaking. South Melbourne, CSIRO, 1976. 12 p.

35. —. The pulping and papermaking potential of tropical hardwoods; IV. A quality assessment of pulps from the forest Resource at Vanimo, Papua New Guinea. Melbourne, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, 1977, 31 p. (Division of Chemical Technology Technical Paper, 8).
36. —. & BALODIS, V. The pulping and papermaking potential of tropical hardwoods, II properties of pulps from wood chips mixtures representing block 6 in the Vanimo Timber Area, Papua New Guinea. Melbourne, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Austrália (1975, 34 p. (Division of Chemical Technology Technical Paper, 5).
37. PIRES, J.M. Tipos de vegetação da Amazônia. Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi, 1973. p. 179 - 202 (separata do "O Museu Goeldi no Ano do Sesquicentenário (Publicações Avulsas, 20)).
38. RIBEIRO, E.B.P. & LUZ, C.N.R. A trema micranta (L) blume, como matéria prima para a produção de celulose. Acta Amazônica. Manaus, 3(3):45-52, 1973.
39. RICHARDS, P.W. The tropical rain forest; an ecological study. Cambridge, University Press, 1952. 450 p.
40. RODRIGUES, W.R. Inventário florestal piloto ao longo da estrada Manaus-Itacoatiara, Estado do Amazonas: dados preliminares. In: SIMPÓSIO SOBRE A BIOTA AMAZÔNICA, Belém, 1966. Atas. Rio de Janeiro, Conselho Nacional de Pesquisas, 1967. p.257-67 (Conservação da Natureza e Recursos Naturais, v. 7).

41. SALLADA, O. da S. Curso Intensivo de Atualização Técnica em Celulose, Belém, 1970. (s.n.t.)
42. —. ASSUNPÇÃO, R. M. V.; REDKO, B. V. P. — O guapuruvu. Boletim da Associação Brasileira de Celulose e Papel, 2(3):12-18, jul. 1968.
43. SANDERMANN, H. W. — Las industrias quimicas de la maderay economia de estas industrias en America Latina. Turrialba, IICA, 1968. 88p. (Publicacion miscelanea, 59).
44. SHIMOYA, C. Noções de Técnica Citológica. Viçosa, Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, 1966. 69 p.
45. SOARES, R. V. Anotações de aulas e informações Pessoais - Curitiba, 1978.
46. SUDAM. Levantamento florestais realizados pela missão FAO na Amazônia (1956-1961). Belém, Divisão de Documentação, 1974. v. 1, 397 p.
47. —. Departamento de Recursos Naturais. As madeiras da Amazônia na produção de celulose; Estudo sistemático em laboratório de 50 madeiras da região de Curuã-Una, no Estado do Pará. Belém, 1969. 60p.
48. TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY. Standards and suggested methods. New York, 1969.
49. VILLIERE, A. Le procédé "isogrand" pour le fabrication de pate cellulosique a partir des bois feuillus. Bois et Forêts des Tropiques, (39):45-48, 1955.
50. WISNIEWSKI, A. Borracha Extrativa. Belém, Comissão Estadual de Planejamento Agrícola, 1978. 300 p.

ANEXOS - Análise Estatística e Características  
Métricas das Fibras.

Quadro A.1 - Combinação dos fatores estudados que constituem os tratamentos do ensaio pelo Processo Sulfato.

Concentrações de Álcali Ativo %	Tempo (min.)	
	30 (c <sub>1</sub> )	60 (c <sub>2</sub> )
18 (b <sub>1</sub> )	b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>
20 (b <sub>2</sub> )	b <sub>2</sub> c <sub>1</sub>	b <sub>2</sub> c <sub>2</sub>
22 (b <sub>3</sub> )	b <sub>3</sub> c <sub>1</sub>	b <sub>3</sub> c <sub>2</sub>

OBS.: Foi feita uma análise para cada mistura separadamente.

Quadro A.2 - Combinação dos fatores estudados que constituem os tratamentos do ensaio pelo Processo NSSC.

MISTURAS	% Concentração de Sulfito de Sódio/Carbonato de Sódio		
	16/3 (d <sub>1</sub> )	16/4 (d <sub>2</sub> )	16/5 (d <sub>3</sub> )
A (a <sub>1</sub> )	a <sub>1</sub> d <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> d <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> d <sub>3</sub>
B (a <sub>2</sub> )	a <sub>2</sub> d <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> d <sub>2</sub>	a <sub>2</sub> d <sub>3</sub>
C (a <sub>3</sub> )	a <sub>3</sub> d <sub>1</sub>	a <sub>3</sub> d <sub>2</sub>	a <sub>3</sub> d <sub>3</sub>

Quadro A.3 - Identificação dos tratamentos em cada mistura para o Processo Sulfato.

Combinacões	Misturas		
	A	B	C
$b_1 c_1$	$T_1$	$T_7$	$T_{13}$
$b_1 c_2$	$T_2$	$T_8$	$T_{14}$
$b_2 c_1$	$T_3$	$T_9$	$T_{15}$
$b_2 c_2$	$T_4$	$T_{10}$	$T_{16}$
$b_3 c_1$	$T_5$	$T_{11}$	$T_{17}$
$b_3 c_2$	$T_6$	$T_{12}$	$T_{18}$

Quadro A.4 - Identificação dos tratamentos para o Processo NSSC.

Combinacões	Misturas		
	A	B	C
$a_1 d_1$			$T_1$
$a_1 d_2$			$T_2$
$a_1 d_3$			$T_3$
$a_2 d_1$			$T_4$
$a_2 d_2$			$T_5$
$a_2 d_3$			$T_6$
$a_3 d_1$			$T_7$
$a_3 d_2$			$T_8$
$a_3 d_3$			$T_9$

Quadro A.5 - Análise da variância - Processo Sulfato-Mistura A.

Variável Rasgo.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Alcali Ativo (AA)	2	1296,2667	648,1333	4,8477 *
Tempo (T)	1	5,6333	5,6333	0,0421 NS
Interação (AA*T)	2	1319,4667	659,7333	4,9344 *
Tratamento	(5)	(2621,3667)		
Resíduo	24	3208,8000	133,7000	-
TOTAL	29	5830,1667	-	-

Comparador SNK à nível de 95% de Probabilidade = 15,099

Quadro A.6 - Análise da variância - Processo Sulfato-Mistura A.

Variável Auto Ruptura.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Alcali Ativo (AA)	2	7,8773	3,9386	25,559 *
Tempo (T)	1	9,2042	9,2042	59,728 *
Interação (AA*T)	2	3,8653	1,9326	12,541 *
Tratamento	(5)	(20,9468)	-	-
Resíduo	54	8,3230	1,1541	-
TOTAL	59	29,2698	-	-

Quadro A.7 - Comparação entre médias de tratamentos - Processo Sulfato -  
-Mistura A - Variável Auto Ruptura (km)

Tratamentos	T <sub>3</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>6</sub>
	5,71	5,45	5,38	5,16	4,64	3,95
T <sub>6</sub> 3,95	1,76*	1,50*	1,43*	1,21*	0,69*	0
T <sub>4</sub> 4,64	1,07*	0,81*	0,74*	0,52*	0	
T <sub>5</sub> 5,16	0,55*	0,29*	0,22*	0		
T <sub>2</sub> 5,38	0,33	0,07	0			
T <sub>1</sub> 5,45	0,26	0				
T <sub>3</sub> 5,71	0					

Comparador SNK à nível de 95% de probabilidade.

2	3	4	5	6
0,352	0,424	0,466	0,496	0,519

Quadro A.8 - Análise da variância - Processo Sulfato - Mistura A  
Variável Dobras.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Álcali Ativo (AA)	2	11,8499	5,9250	9,23 *
Tempo (T)	1	8,3807	8,3807	13,06 *
Interação (AA*T)	2	2,4453	1,2227	1,90 NS
Tratamento	(5)	(22,6759)	-	-
Resíduo	54	34,6578	0,6418	-
TOTAL	59	57,3337	-	-

Quadro A.9 - Comparação entre médias de dosagens de Alkali Ativo -  
Processo Sulfato - Mistura A - Variável Dobras (g)

Alkali Ativo		18	20	22
		5,125	4,484	3,837
22	3,837	1,288*	0,647*	0
20	4,484	0,641*	0	
18	5,125	0		

Comparador SNK à nível de 95% de probabilidade

2	3
0,5086	0,6112

Quadro A.10 - Comparação entre médias de tempo - Processo Sul-  
fato - Mistura A - Variável Dobras.

Tempo		30	60
		4,891	4,073
60	4,073	0,818*	0
30	4,891	0	

Comparador SNK à nível de 95% de probabilidade = 0,45

Quadro A.11 - Análise da variância - Processo Sulfato - Mistura A.  
Variável Estouro.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Álcali Ativo (AA)	2	6,3243	3,1622	132,88 *
Tempo (T)	1	3,7002	3,7002	155,49 *
Interação (AA*T)	2	0,1203	0,0602	2,53 NS
Tratamento	(5)	(10,1448)	-	-
Resíduo	54	1,2850	0,0238	-
TOTAL	59	11,4298	-	-

Quadro A.12 - Comparação entre médias de dosagens de Álcali Ativo -  
Processo Sulfato - Mistura A - Variável Estouro (kg/cm<sup>2</sup>)

Álcali Ativo	18	20	22
	3,635	3,220	2,840
22	2,840	0,795*	0,380*
20	3,220	0,415*	0
18	3,635	0	

Comparador SNK à nível de 95% de probabilidade.

2	3
0,0979	0,1177

Quadro A.13 - Comparação entre médias de tempo - Processo Sulfato - Mistura A - Variável Estouro. (kg/cm<sup>2</sup>).

	30	60
Tempo	3,480	2,983
60 2,983	0,497*	0
30 3,480	0	

Comparador SNK à nível de 95% de probabilidade para as comparações entre médias de Tempo = 0,08.

Quadro A.14 - Análise da variância - Processo Sulfato - Mistura B - Variável Rasgo.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Alcali Ativo (AA)	2	13300,2667	6650,1333	129,632 *
Tempo (T)	1	1216,0333	1216,0333	23,704 *
Interação (AA*T)	2	3267,4667	1633,7333	31,846 *
Tratamento	(5)	(17783,7667)	-	-
Resíduo	24	1231,2000	51,3000	-
TOTAL	29	19014,9667	-	-

Quadro A.15 - Comparação entre médias de tratamentos - Processo Sulfato  
- Mistura B - Variável Rasgo (g)

Tratamentos	T <sub>8</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>11</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>12</sub>
	157,6	146,6	126,0	113,6	104,2	86,2
T <sub>12</sub> 86,2	71,4*	60,4*	39,8*	27,4*	18,0*	0
T <sub>10</sub> 104,2	53,4*	42,4*	21,8*	9,4*	0	
T <sub>9</sub> 113,6	44,0*	33,0*	12,4*	0		
T <sub>11</sub> 126,0	31,6*	20,6*	0			
T <sub>7</sub> 146,4	11,0*	0				
T <sub>8</sub> 157,6	0					

Comparador SNK à nível de 95% de probabilidade

2	3	4	5	6
4,353	11,307	12,492	13,357	13,998

Quadro A.16 - Análise da variância - Processo Sulfato - Mistura B  
Variável Auto Ruptura.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Alcali Ativo (AA)	2	11,5290	5,7645	26,346 *
Tempo (T)	1	2,2815	2,2815	10,427 *
Interação (AA*T)	2	4,4410	2,2205	10,149 *
Tratamento	(5)	(18,2515)	-	-
Resíduo	54	11,8170	0,2188	-
TOTAL	59	30,0685	-	-

Quadro A.17- Comparação entre médias de tratamentos - Processo Sulfato  
- Mistura B - Variável Auto Ruptura (km)

Tratamentos	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>12</sub>	T <sub>11</sub>	T <sub>10</sub>
	6,19	5,85	5,57	5,29	5,04	4,49
T <sub>10</sub>	6,19	1,70*	1,36*	1,08*	0,80*	0,55*
T <sub>11</sub>	5,85	1,15*	0,81*	0,53*	0,25	0
T <sub>12</sub>	5,57	0,90*	0,56*	0,28	0	
T <sub>9</sub>	5,29	0,62*	0,28	0		
T <sub>8</sub>	5,04	0,34	0			
T <sub>7</sub>	4,49	0				

Comparador SNK  $\hat{\alpha}$  nível de 95% de probabilidade

2	3	4	5	6
0,4199	0,505	0,555	0,591	0,618

Quadro A.18 - Análise da variância - Processo Sulfato - Mistura B  
Variável Dobras.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Alcali Ativo (AA)	2	33,2213	16,6107	40,13 *
Tempo (T)	1	3,1890	3,1890	7,70 *
Interação (AA*T)	2	2,9882	1,4941	3,61 *
Tratamento	(5)	(39,3985)	-	-
Resíduo	54	22,3535	0,4140	-
TOTAL	59	61,7520	-	-

Quadro A.19 - Comparação entre médias de tratamentos - Processo Sulfato  
- Mistura B - Variável Dobras

Tratamentos	T <sub>8</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>11</sub>	T <sub>12</sub>	T <sub>10</sub>	
	6,272	6,136	4,950	4,889	4,246	3,912	
T <sub>10</sub>	3,912	2,360*	2,224*	1,038*	0,977*	0,334	0
T <sub>12</sub>	4,246	2,026*	1,890*	0,704*	0,643*	0	
T <sub>11</sub>	4,889	1,383*	1,247*	0,061	0		
T <sub>9</sub>	4,950	1,322*	1,186*	0			
T <sub>7</sub>	6,136	0,136	0				
T <sub>8</sub>	6,272	0					

Comparador SNK à nível de 95% de probabilidade

2	3	4	5	6
5776	0,6942	0,7640	0,8134	0,8507

Quadro A.20 - Análise da variância - Processo Sulfato - Mistura B  
Variável Estouro.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Álcali Ativo (AA)	2	10,0323	5,0162	329,53 *
Tempo (T)	1	1,0140	1,0140	66,61 *
Interação (AA*T)	2	1,1710	0,5855	38,46 *
Tratamento	(5)	(12,2173)	-	-
Resíduo	54	0,8220	0,0152	-
TOTAL	59	13,0393	-	-

Quadro A.21 - Comparação entre médias de tratamentos - Processo Sulfato  
- Mistura B - Variável Estouro (kg/cm<sup>2</sup>)

Tratamentos	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>11</sub>	T <sub>12</sub>	T <sub>10</sub>	
	4,11	4,10	3,67	3,22	3,10	3,02	
T <sub>10</sub>	3,02	1,09*	1,08*	0,65*	0,20*	0,08	0
T <sub>12</sub>	3,10	1,01*	1,00*	0,57*	0,12*	0	
T <sub>11</sub>	3,22	0,89*	0,88*	0,45*	0		
T <sub>9</sub>	3,67	0,44*	0,43*	0			
T <sub>8</sub>	4,10	0,01	0				
T <sub>7</sub>	4,11	0					

Comparador SNK à nível de 95% de probabilidade

2	3	4	5	6
0,1108	0,1331	0,1465	0,1560	0,1631

Quadro A.22 - Análise da variância - Processo Sulfato - Mistura C  
Variável Rasgo.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Alcali Ativo (AA)	2	8115,0000	4057,5000	81,695 *
Tempo (T)	1	3286,5333	3286,5333	66,172 *
Interação (AA*T)	2	1665,2667	832,6333	16,764 *
Tratamento	(5)	(13066,8000)	-	-
Resíduo	24	1192,0000	49,6667	-
TOTAL	29	14258,8000	-	-

Quadro A.23 - Comparação entre médias de tratamentos - Processo Sulfato - Mistura C - Variável Rasgo (g)

Tratamentos	T <sub>15</sub>	T <sub>13</sub>	T <sub>16</sub>	T <sub>14</sub>	T <sub>17</sub>	T <sub>18</sub>	
	139,2	128,2	123,4	122,4	114,4	73,2	
T <sub>18</sub>	73,2	66,0*	55,0*	50,2*	49,2*	41,2*	0
T <sub>17</sub>	114,4	24,8*	13,8*	9,0	8,0	0	
T <sub>14</sub>	122,4	16,8*	5,8	1,0	0		
T <sub>16</sub>	123,4	15,8*	4,8	0			
T <sub>13</sub>	128,2	11,0*	0				
T <sub>15</sub>	139,2	0					

Comparador SNK à nível de 95% de probabilidade.

2	3	4	5	6
9,203	11,126	12,292	13,143	13,773

Quadro A.24 - Análise da variância - Processo Sulfato - Mistura C  
Variável Auto Ruptura.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Alcali Ativo (AA)	2	8,5423	4,2712	27,22 *
Tempo (T)	1	0,1927	0,1927	1,23 NS
Interação (AA*T)	2	4,0723	2,0362	12,98 *
Tratamento	(5)	(12,8023)	-	-
Resíduo	54	8,4720	0,1569	-
TOTAL	59	21,2793	-	-

Comparador SNK à nível de 95% de probabilidade = 0,356

Quadro A.25 - Análise da Variância - Processo Sulfato - Mistura C  
Variável Dobras.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Álcali Ativo (AA)	2	25,1404	12,5702	33,67 *
Tempo (T)	1	0,2459	0,2459	0,66 NS
Interação (AA*T)	2	4,8551	2,4276	6,50 *
Tratamento	(5)	(30,2414)	-	-
Resíduo	54	20,1596	0,3733	-
TOTAL	59	50,4010	-	-

Comparador SNK à nível de 95% de probabilidade = 0,5484

Quadro A.26 - Análise da Variância - Processo Sulfato - Mistura C  
Variável Estouro.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Álcali Ativo (AA)	2	4,4320	2,2160	203,86 *
Tempo (T)	1	1,7002	1,7002	156,41 *
Interação (AA*T)	2	2,2093	1,1047	101,62 *
Tratamento	(5)	(8,3415)	-	-
Resíduo	54	0,5870	0,0109	-
TOTAL	59	8,9285	-	-

Quadro A.27 - Comparação entre médias de tratamentos - Processo Sulfato  
Mistura C - Variável Estouro ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

Tratamentos		T <sub>13</sub>	T <sub>16</sub>	T <sub>15</sub>	T <sub>14</sub>	T <sub>17</sub>	T <sub>18</sub>
		3,61	3,41	3,28	3,28	3,23	2,42
T <sub>18</sub>	2,42	1,19*	0,99*	0,86*	0,86*	0,81*	0
T <sub>17</sub>	3,23	0,38*	0,18*	0,05	0,05	0	
T <sub>14</sub>	3,28	0,33*	0,13*	0	0		
T <sub>15</sub>	2,28	0,33*	0,13*	0			
T <sub>16</sub>	3,41	0,20*	0				
T <sub>13</sub>	3,61	0					

Comparador SNK à nível de 95% de probabilidade

2	3	4	5	6
0,0936	0,1125	0,1238	0,1318	0,1378

Quadro A.28 - Análise da variância - Processo NSSC - Misturas A, B e C  
Variável Rasgo.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Mistura (M)	2	220,13	110,06	7,42 *
Dosagem (D)	2	751,6	375,8	25,34 *
Interação (M*D)	4	3.779,07	944,76	63,70 *
Tratamento	(8)	(4.750,8)	593,85	40,04 *
Resíduo	36	534	14,83	-
TOTAL	44	-	-	-

Quadro A.29 - Comparação entre médias de tratamentos das Misturas A, B e C - Processo NSSC - Variável Rasgo (g)

Tratamentos	T <sub>1</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>7</sub>	
	67,8	65,8	64,4	60,4	55,6	53,6	47,2	46,0	34,8	
T <sub>7</sub>	34,8	33,0 *	31,0*	29,6*	25,6*	20,8*	18,8*	12,4*	11,2*	0
T <sub>3</sub>	46,0	21,8*	19,8*	18,4*	14,4*	9,6*	7,6*	1,2	0	
T <sub>4</sub>	47,2	20,6*	18,6*	17,2*	13,2*	8,4*	6,4*			
T <sub>2</sub>	53,6	14,2*	12,2*	10,8*	6,8*	2,0	0			
T <sub>9</sub>	55,6	12,2*	10,2*	8,8*	4,8*	0				
T <sub>5</sub>	60,4	7,4*	5,4*	4,0*	0					
T <sub>6</sub>	64,4	3,4	1,4	0						
T <sub>8</sub>	65,8	2,0	0							
T <sub>1</sub>	67,8	0								

Comparador SNK a nível de 95% de probabilidade.

2	3	4	5	6	7	8	9
3,29	3,97	4,37	4,66	4,75	4,87	5,22	5,34

Quadro A.30 - Análise da variância - Processo NSSC - Misturas A, B e C - Variável Auto Ruptura

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Mistura (M)	2	7,81	3,90	56,52 *
Dosagem (D)	2	4,03	2,01	29,13 *
Interação (M*D)	4	15,99	4,0	57,97 *
Tratamento	(8)	(27,83)	3,48	50,43 *
Resíduo	81	5,57	0,069	-
TOTAL	89	-	-	-

Quadro A.31 - Comparação entre médias de tratamentos das Misturas A, B e C - Processo NSSC - Variável Auto Ruptura (km)

Tratamentos	T <sub>8</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>7</sub>	
	4,80	4,69	4,69	4,48	4,41	4,03	3,94	3,48	3,10	
T <sub>7</sub>	3,10	1,70*	1,59*	1,59*	1,38*	1,31*	0,93*	0,84*	0,38*	0
T <sub>3</sub>	3,48	1,32*	1,21*	1,21*	1,00*	0,93*	0,55*	0,46*	0	
T <sub>2</sub>	3,94	0,86*	0,75*	0,75*	0,54*	0,47*	0,09	0		
T <sub>9</sub>	4,03	0,77*	0,66*	0,66*	0,45*	0,38*	0			
T <sub>4</sub>	4,41	0,39*	0,28	0,28	0,07	0				
T <sub>1</sub>	4,48	0,32*	0,21	0,21	0					
T <sub>6</sub>	4,69	0,11	0	0						
T <sub>5</sub>	4,69	0,11	0							
T <sub>8</sub>	4,80	0								

Comparador SNK a nível de 95% de probabilidade

2	3	4	5	6	7	8	9
0,233	0,280	0,308	0,328	0,343	0,355	0,360	0,375

Quadro A.32 - Análise da variância - Processo NSSC - Misturas A, B e C Variável Dobras

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Mistura (M)	2	0,8092	0,4046	4,593 *
Dosagem (D)	2	0,8846	0,4423	5,020 *
Interação (M*D)	4	22,9196	5,7299	65,039 *
Tratamento	(8)	(24,6134)	3,0766	34,922 *
Resíduo	81	7,1369	0,0881	-
TOTAL	89	31,7503	-	-

Quadro A.33 - Comparação entre médias de tratamentos das Misturas A, B, e C.-Processo NSSC - Variável Dobras

Tratamen- tos	T <sub>8</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>7</sub>
	3,191	3,166	2,875	2,523	2,451	2,399	2,087	1,946	1,539
T <sub>7</sub>	1,539	1,652*	1,627*	1,332*	0,984*	0,912*	0,860*	0,548*	0
T <sub>3</sub>	1,946	1,245*	1,220*	0,925*	0,577*	0,505*	0,453*	0,141	0
T <sub>2</sub>	2,087	1,104*	1,079*	0,784*	0,436*	0,364*	0,312*	0	
T <sub>4</sub>	2,399	0,792*	0,767*	0,472*	0,124	0,052	0		
T <sub>9</sub>	2,451	0,740*	0,715*	0,420*	0,072	0			
T <sub>5</sub>	2,523	0,668*	0,643*	0,348*	0				
T <sub>6</sub>	2,871	0,320*	0,295*	0					
T <sub>1</sub>	3,166	0,025	0						
T <sub>8</sub>	3,191	0							

Comparador SNK à nível de 95% de probabilidade

2	3	4	5	6	7	8	9
0,265	0,318	0,349	0,372	0,388	0,402	0,414	0,425

Quadro A.34 - Análise da variância - Processo NSSC - Misturas A, B e C Variável Estouro.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Mistura (M)	2	0,124	0,062	3,543 *
Dosagem (D)	2	1,363	0,6815	38,943 *
Interação (M*D)	4	8,030	2,0075	114,714 *
Tratamento	(8)	(9,517)	1,1896	67,929 *
Resíduo	81	1,421	0,0175	-
TOTAL	89	10,938		

Quadro A.35 - Comparação entre médias de tratamentos das Misturas A, B e C - Processo NSSC - Variável Estouro ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

Tratamen tos	T <sub>8</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>7</sub>
	2,81	2,59	2,35	2,35	2,22	2,18	2,08	1,96	1,63
T <sub>7</sub>	1,63	1,18*	0,96*	0,72*	0,72*	0,59*	0,55*	0,45*	0,33*
T <sub>3</sub>	1,96	0,85*	0,63*	0,39*	0,39*	0,26*	0,22*	0,12*	0
T <sub>2</sub>	2,08	0,73*	0,51*	0,27*	0,27*	0,14	0,10	0	
T <sub>4</sub>	2,18	0,63*	0,41*	0,17*	0,17*	0,04	0		
T <sub>9</sub>	2,22	0,59*	0,37*	0,13*	0,13*	0			
T <sub>6</sub>	2,35	0,46*	0,24*	0	0				
T <sub>5</sub>	2,35	0,46*	0,24*	0					
T <sub>1</sub>	2,59	0,22*	0						
T <sub>8</sub>	2,81	0							

Comparador SNK a nível de 95% de probabilidade

2	3	4	5	6	7	8	9
0,118	0,141	0,156	0,166	0,173	0,179	0,184	0,189

Quadro A.36- Ficha biométrica das fibras de Alexa grandiflora Ducke

(Melancieira)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1870	1429,00	900	258,75	18,10
Largura	40	26,40	24	4,39	15,96
Lúmen	24	14,00	12	2,76	18,95
Espessura da parede	-	6,20	-	-	-
Comprimento/largura	-	54,12	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,53	-	-	-

Quadro A.37- Ficha biométrica das fibras de Apuleia molaris Spruce ex Benth

(Muiratauã)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1650	1234,30	1050	115,82	9,38
Largura	20	19,84	16	0,78	3,93
Lúmen	12	9,04	4	2,10	23,23
Espessura da parede	-	5,40	-	-	-
Comprimento/largura	-	62,21	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,45	-	-	-

Quadro A.38- Ficha biométrica das fibras de Aspidosperma auriculatum  
Markgraf

(Carapanauba branca)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
comprimento	2389	1878,43	1362	228,56	12,17
Largura	44	35,34	25	4,74	13,42
Lúmen	10	5,18	3	1,69	32,69
Espessura da parede	-	15,06	-	-	-
Comprimento/largura	-	53,15	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,15	-	-	-

Quadro A.39- Ficha biométrica das fibras de Aspidosperma carapanauba  
Pichon

(Carapanauba)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1822	1544,80	11,48	169,41	10,97
Largura	32	25,92	20	3,49	13,44
Lúmen	16	8,92	4	3,47	38,89
Espessura da parede	-	8,50	-	-	-
Comprimento/largura	-	59,60	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,34	-	-	-

Quadro A.40-Ficha biométrica das fibras de Aspidosperma oblongum A.D.C.

(Carapanauba)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1750	1369,50	1100	151,71	11,07
Largura	32	22,56	20	2,64	27,38
Lúmen	20	10,56	8	2,64	25,00
Espessura da parede	-	6,00	-	-	-
Comprimento/largura	-	60,70	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,46	-	-	-

Quadro A.41-Ficha biométrica das fibras de Astronium gracile Engl.

(Muiracatiara)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1462	1166,83	900	152,80	13,10
Largura	28	22,86	15	2,71	11,87
Lúmen	20	14,22	7	2,69	18,94
Espessura da parede	-	4,32	-	-	-
Comprimento/largura	-	51,04	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,62	-	-	-

Quadro A.42-Ficha biométrica das fibras de Astronium lecointei Ducke

(Muiracatiara)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1326	1085,13	741	144,02	13,27
Largura	26	17,22	13	2,59	15,02
Lúmen	16	9,78	7	2,47	25,24
Espessura da parede	-	3,74	-	-	-
Comprimento/largura	-	63,02	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,57	-	-	-

Quadro A-43- Ficha biométrica das fibras de Bagassa guianensis Aubl.

(Tatajuba)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1500,00	1202,00	1000,00	129,29	10,75
Largura	33,28	26,54	20,80	3,31	12,47
Lúmen	20,80	14,06	8,32	2,88	20,48
Espessura da parede	-	6,22	-	-	-
Comprimento/largura	-	45,29	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,53	-	-	-

Quadro A,44-Ficha biométrica das fibras de Bertholletia excelsa H.B.K

(Castanha-do-Brasil)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	2437	2011,45	1452	217,09	10,79
Largura	30	22,54	17	3,26	14,48
Lúmen	19	11,96	6	3,09	25,80
Espessura da parede	-	5,41	-	-	-
Comprimento/largura	-	89,24	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,33	-	-	-

Quadro A,45-Ficha biométrica das fibras de Bowdichia nitida Spruce exBenth

(Sucupira)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1648	1276,83	788	164,13	12,85
Largura	31	22,02	11	4,26	19,36
Lúmen	18	6,54	2	3,68	56,24
Espessura da parede	-	7,63	-	-	-
Comprimento/largura	-	57,98	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,30	-	-	-

Quadro A.46-Ficha biométrica das fibras de Brosimum amplicomma Ducke

(Amapá Amargoso)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1530	1095,46	675	165,40	15,10
Largura	22	13,54	7	3,70	27,32
Lúmen	16	7,12	3	3,27	45,87
Espessura da parede	-	3,31	-	-	-
Comprimento/largura	-	80,90	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,52	-	-	-

Quadro A.47-Ficha biométrica das fibras de Brosimum longistipulatum Ducke

(Muirapiranga)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1845	1366,47	900	197,25	14,43
Largura	28	18,64	12	3,06	16,40
Lúmen	18	10,04	4	3,11	30,99
Espessura da parede	-	4,30	-	-	-
Comprimento/largura	-	73,30	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,53	-	-	-

Quadro A.48- Ficha biométrica das fibras de Brosimum obovatum Ducke

(Mururé)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1433	1128,32	717	163,46	14,49
Largura	28	17,84	11	2,56	14,37
Lúmen	19	13,02	6	2,35	18,01
Espessura da parede	-	2,43	-	-	-
Comprimento/largura	-	63,25	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,73	-	-	-

Quadro A.49- Ficha biométrica das fibras de Carapa guianensis Aubl

(Andiroba)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1700,00	1398,00	1100,00	139,83	9,99
Largura	29,12	25,25	20,80	3,12	12,35
Lúmen	16,64	12,58	8,32	1,94	15,42
Espessura da parede	-	6,24	-	-	-
Comprimento/largura	-	55,36	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,49	-	-	-

Quadro A.50-Ficha biométrica das fibras de Caryocar glabrum (Aubl) Pers  
(Piquiarana da Terra Firme)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	2000	1323,00	1000	143,48	10,84
Largura	44	36,24	28	4,45	12,27
Lúmen	28	22,00	16	3,45	15,68
Espessura da parede	-	7,12	-	-	-
Comprimento/largura	-	36,50	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,60	-	-	-

Quadro A.51-Ficha biométrica das fibras de Caryocar villosum (Aubl) Pers  
(Piquiã)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	3000	1767,70	1300	30,50	17,25
Largura	40	30,72	20	6,22	20,24
Lúmen	24	17,12	8	4,72	27,57
Espessura da parede	-	6,80	-	-	-
Comprimento/largura	-	57,54	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,55	-	-	-

Quadro A.52-Ficha biométrica das fibras de Cedrela odorata L.

(Cedro Vermelho)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1450,00	1188,00	950,00	127,50	10,60
Largura	49,92	39,10	29,12	5,26	13,45
Lúmen	33,28	24,71	16,64	3,77	15,25
Espessura da parede	-	7,15	-	-	-
Comprimento/largura	-	23,79	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,63	-	-	-

Quadro A.53-Ficha biométrica das fibras de Chimarrhis turbinata Ducke

(Pau de Remo)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	3500	1645,50	1000	369,30	22,40
Largura	44	32,72	24	5,58	17,05
Lúmen	28	19,44	12	4,19	21,55
Espessura da parede	-	6,64	-	-	-
Comprimento/largura	-	50,29	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,59	-	-	-

Quadro A.54-Ficha biométrica das fibras de Copaifera duckei Dwyer

(Copaíba)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1577	1158,98	788	165,64	14,29
Largura	24	19,74	11	2,48	12,57
Lúmen	20	14,64	7	2,41	16,49
Espessura da parede	-	1,00	-	-	-
Comprimento/largura	-	58,71	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,74	-	-	-

Quadro A.55-Ficha biométrica das fibras de Cordia goeldiana Huber

(Freijó)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1700	1400,00	1200	111,57	7,96
Largura	28	23,88	20	3,01	24,27
Lúmen	16	11,87	8	3,04	24,67
Espessura da parede	-	6,00	-	-	-
Comprimento/largura	-	58,62	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,49	-	-	-

Quadro A.56- Ficha biométrica das fibras de Couratari sp n° 1

(Tauari)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1600	1317,50	1000	270,67	16,74
Largura	28	22,40	20	2,13	22,18
Lúmen	16	10,64	8	2,07	19,45
Espessura da parede	-	5,88	-	-	-
Comprimento/largura	-	58,81	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,47	-	-	-

Quadro A.57- Ficha biométrica das fibras de Couratari sp n° 4

(Tauari)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	2508	2008,78	980	307,23	15,29
Largura	38	26,14	18	4,44	16,99
Lúmen	28	14,96	6	3,91	26,16
Espessura da parede	-	5,59	-	-	-
Comprimento/largura	-	76,85	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,57	-	-	-

Quadro A.58- Ficha biométrica das fibras de Dipteryx odorata (Aubl) Willd

(Cumarú)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1500	1262,10	1000	252,56	20,01
Largura	32	23,35	20	2,91	11,98
Lúmen	20	11,91	8	2,34	18,93
Espessura da parede	-	5,72	-	-	-
Comprimento/largura	-	54,05	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,51	-	-	-

Quadro A.59- Ficha biométrica das fibras de Enterolobium maximum Ducke

(Tamboril)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COMPRIMENTO DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1911	1501,86	980	206,75	13,77
Largura	28	18,82	13	3,19	16,93
Lúmen	20	13,72	7	3,34	24,35
Espessura da parede	-	2,59	-	-	-
Comprimento/largura	-	79,80	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,73	-	-	-

Quadro A.60-Ficha biométrica das fibras de Enterolobium schomburgkii Benth

(Faveira de Rosca)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1768	1146,91	896	143,60	12,52
Largura	24	15,92	9	2,43	15,28
Lúmen	15	6,94	4	2,00	28,88
Largura da parede	-	4,49	-	-	-
Comprimento/largura	-	72,04	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,44	-	-	-

Quadro A.61-Ficha biométrica das fibras de Eschweilera amara (Aubl) NDZ

(Matá-Matá Vermelho)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1650	1326,00	950	143,25	10,80
Largura	28	22,56	20	2,52	11,17
Lúmen	16	10,56	8	2,52	23,86
Largura da parede	-	6,00	-	-	-
Comprimento/largura	-	58,77	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,46	-	-	-

Quadro A.62 -Ficha biométrica das fibras de Eschweilera apiculata (Miers)Ac GM

(Matã-Matã)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	2090	1709,37	932	186,30	10,90
Largura	24	18,00	15	2,31	12,81
Lúmen	11	5,96	4	1,65	27,66
Espessura da parede	-	6,03	-	-	-
Comprimento/largura	-	94,96	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,33	-	-	-

Quadro A.63-Ficha biométrica das fibras de Eschweilera odora (Poepp)Miers

(Matã-Matã Branco)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1700,00	1445,00	1100,00	141,26	9,80
Largura	29,12	23,46	20,80	2,85	12,15
Lúmen	16,64	10,98	8,32	2,87	26,14
Espessura da parede	-	6,24	-	-	-
Comprimento/largura	-	62,02	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,47	-	-	-

Quadro A.64- Ficha biométrica das fibras de Geissospermum sericeum BTH et  
Hook

(Acarirana)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1650	1357,90	1000	169,09	12,45
Largura	36	25,44	20	5,72	22,48
Lúmen	24	13,20	8	3,45	26,13
Espessura da parede	-	6,12	-	-	-
Comprimento/largura	-	53,37	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,51	-	-	-

Quadro A.65- Ficha biométrica das fibras de Goupia glabra Aubl

(Cupiuba)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	2000,00	1567,00	1100,00	202,08	12,89
Largura	29,12	24,62	20,80	2,52	10,65
Lúmen	16,00	11,68	8,00	2,65	21,83
Espessura da parede	-	6,00	-	-	-
Comprimento/largura	-	63,64	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,47	-	-	-

Quadro A.66-Ficha biométrica das fibras de Holopyxidium jarana (Huber)Ducke

(Jarana)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	2000	1582,30	1100	188,02	11,88
Largura	28	22,40	20	2,79	12,45
Lúmen	16	11,68	8	2,26	19,34
Espessura da parede	-	5,36	-	-	-
Comprimento/largura	-	70,63	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,52	-	-	-

Quadro A.67- Ficha biométrica das fibras de Hymenaea courbaril L

(Jutaí-Açu)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1500	1298,90	1000	124,08	9,55
Largura	32	24,95	20	3,17	12,22
Lúmen	16	13,51	8	2,10	14,97
Espessura da parede	-	5,72	-	-	-
Comprimento/largura	-	52,06	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,54	-	-	-

Quadro A.68- Ficha biométrica das fibras de Hymenaea parvifolia Huber

(Jutaí Mirim)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1850	1360,20	1050	148,26	6,37
Largura	28	19,52	12	2,98	33,55
Lúmen	16	9,04	4	2,46	27,21
Espessura da parede	-	5,24	-	-	-
Comprimento/largura	-	69,68	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,46	-	-	-

Quadro A.69- Ficha biométrica das fibras de Inga alba (SW) Willd

(Ingã)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1700	1250,00	1000	181,59	14,52
Largura	32	24,24	20	3,90	15,72
Lúmen	20	12,24	8	3,90	31,86
Espessura da parede	-	6,00	-	-	-
Comprimento/largura	-	51,56	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,50	-	-	-

Quadro A.70-Ficha biométrica das fibras de Jacaranda copaia (Aubl) D. Don  
(Pará-Pará)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1695,00	1218,00	780,00	159,15	13,00
Largura	52,50	32,17	15,00	6,64	20,65
Lúmen	38,00	20,00	8,00	7,00	35,16
Espessura da parede	-	6,00	-	-	-
Comprimento/largura	-	37,86	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,62	-	-	-

Quadro A.71-Ficha biométrica das fibras de Licania kunthiana Hookf  
(Caraipe)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1672	1310,49	1075	123,61	9,43
Largura	29	21,08	18	2,73	12,97
Lúmen	18	4,98	3	2,20	44,08
Espessura da parede	-	8,05	-	-	-
Comprimento/largura	-	52,17	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,24	-	-	-

Quadro A.72- Ficha biométrica das fibras de Licania micrantha Miq

(Caraiperana)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1550	1239,40	1000	93,51	7,54
Largura	32	22,00	20	2,82	29,68
Lúmen	20	10,08	8	2,82	34,22
Espessura da parede	-	5,96	-	-	-
Comprimento/largura	-	56,33	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,45	-	-	-

Quadro A.73- Ficha biométrica das fibras de Manilkara huberi Standley

(Maçaranduba)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	2050	1549,00	1200	170,47	11,00
Largura	28	22,87	20	2,77	11,63
Lúmen	16	11,35	8	2,58	21,89
Espessura da parede	-	5,76	-	-	-
Comprimento/largura	-	67,73	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,49	-	-	-

Quadro A.74- Ficha biométrica das fibras de Mezilaurus itauba (Meissn)Taub. ex Mez

(Itaúba)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1900	1557,60	1200	209,76	13,46
Largura	41	26,79	20	4,33	15,55
Lúmen	16	14,39	8	3,51	23,44
Espessura da parede	-	6,20	-	-	-
Comprimento/largura	-	58,14	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,53	-	-	-

Quadro A.75- Ficha biométrica das fibras de Minuartia guianensis Aubl

(Arariuba)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	3195	1997,90	1462	370,51	18,54
Largura	33	20,24	11	4,41	21,77
Lúmen	22	12,34	6	4,05	32,84
Espessura da parede	-	3,87	-	-	-
Comprimento/largura	-	98,71	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,61	-	-	-

Quadro A.76- Ficha biométrica das fibras de Minuartia punctata (Radlk)Sleuner

(Aquariquara)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1970	1667,70	1120	225,90	13,54
Largura	48	28,80	20	6,23	21,63
Lúmen	32	17,12	8	5,54	32,35
Espessura da parede	-	5,84	-	-	-
Comprimento/largura	-	57,90	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,59	-	-	-

Quadro A.77- Ficha biométrica das fibras de Nectandra cuspidata Nees

(Louro Tamanco)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1620	1232,03	832	158,14	12,83
Largura	33	23,24	14	4,47	19,21
Lúmen	25	13,68	6	4,87	35,58
Espessura da parede	-	4,76	-	-	-
Comprimento/largura	-	53,01	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,59	-	-	-

Quadro A.78- Ficha biométrica das fibras de Nectandra mollis Nees

(Louro Preto)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1553	1204,80	860	120,75	10,02
Largura	35	26,86	20	3,84	14,30
Lúmen	30	21,52	11	3,62	16,84
Espessura da parede	-	2,65	-	-	-
Comprimento/largura	-	44,85	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,80	-	-	-

Quadro A.79- Ficha biométrica das fibras de Ocotea rubra Mez

(Louro Vermelho)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	2092	1723,05	1440	150,64	8,74
Largura	40	29,52	16	5,46	18,51
Lúmen	28	15,72	8	4,45	28,34
Espessura da parede	-	6,94	-	-	-
Comprimento/largura	-	58,37	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,53	-	-	-

Quadro A.80- Ficha biométrica das fibras de Ormosia paraensis Ducke

(Tento da Terra Firme)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1575	1242,19	855	170,44	13,72
Largura	40	30,20	20	4,72	15,63
Lúmen	28	19,88	12	3,58	18,04
Espessura da parede	-	5,16	-	-	-
Comprimento/largura	-	41,13	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,66	-	-	-

Quadro A.81- Ficha biométrica das fibras de Parkia multijuga Benth

(Paricá de Terra Firme)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1450	1128,50	850	241,50	21,40
Largura	40	30,72	20	6,87	22,29
Lúmen	24	18,72	12	5,07	27,08
Espessura da parede	-	6,00	-	-	-
Comprimento/largura	-	36,73	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,60	-	-	-

Quadro A,82- Ficha biométrica das fibras de Piptadenia suaveolens Miq

(Faveira Folha Fina)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1300,00	1085,00	800,00	116,90	10,77
Largura	41,60	33,61	24,96	5,98	17,79
Lúmen	29,12	19,71	12,48	5,15	26,12
Espessura da parede	-	6,53	-	-	-
Comprimento/largura	-	32,28	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,58	-	-	-

Quadro A,83-Ficha biométrica das fibras de Pithecelobium elegans Ducke

(Faveira Achui)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1350	1174,00	1000	291,47	24,81
Largura	32	26,72	20	3,43	12,35
Lúmen	20	14,71	8	3,45	22,55
Espessura da parede	-	6,00	-	-	-
Comprimento/largura	-	43,93	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,55	-	-	-

Quadro A.84-Ficha biométrica das fibras de Vataireopsis speciosa Ducke

(Faveira)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1282	919,74	675	143,48	15,60
Largura	32	23,00	16	3,63	15,77
Lúmen	24	14,92	10	3,10	20,80
Espessura da parede	-	4,04	-	-	-
Comprimento/largura	-	39,99	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,65	-	-	-

Quadro A.85-Ficha biométrica das fibras Pouteria biloculares (H. HINHL)Baehni

(Abiurana)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1912	1576,14	1260	164,23	10,40
Largura	36	22,60	12	4,79	21,18
Lúmen	24	14,00	2	5,22	37,25
Espessura da parede	-	4,30	-	-	-
Comprimento/largura	-	69,74	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,62	-	-	-

Quadro A.86-Ficha biométrica das fibras de Pouteria egregia Sandw

(Abiurana)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1983	1430,36	908	228,26	15,96
Largura	28	19,56	13	2,93	15,00
Lúmen	11	5,80	2	1,88	32,35
Espessura da parede	-	6,87	-	-	-
Comprimento/largura	-	73,13	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,30	-	-	-

Quadro A.87- Ficha biométrica das fibras de Pouteria eugeniifolia(Pierre) Baehni

(Abiurana)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1672	1279,87	812	178,43	13,94
Largura	27	19,12	13	3,00	15,68
Lúmen	11	5,64	2	1,77	31,47
Espessura da parede	-	6,74	-	-	-
Comprimento/largura	-	66,94	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,29	-	-	-

Quadro A.88- Ficha biométrica das fibras Pouteria guianensis Aubl

(Abiurana Ucuubarana)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1300	1107,00	900	303,22	27,38
Largura	28	25,11	20	2,51	9,64
Lúmen	16	13,11	8	2,61	18,88
Espessura da parede	-	6,00	-	-	-
Comprimento/largura	-	44,08	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,52	-	-	-

Quadro A.89- Ficha biométrica das fibras Richardella sp

(Abiurana)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	2475	1602,19	1148	241,59	15,08
Largura	24	17,04	12	3,38	19,81
Lúmen	20	11,20	4	3,73	33,31
Espessura da parede	-	2,92	-	-	-
Comprimento/largura	-	94,02	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,66	-	-	-

Quadro A,90- Ficha biométrica das fibras de Syzygiopsis oppositifolia  
Ducke

(Abiucubarana)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1912	1549,82	1192	162,60	10,49
Largura	32	24,24	16	3,61	14,91
Lúmen	20	15,24	10	2,74	17,97
Espessura da parede	-	4,50	-	-	-
Comprimento/largura	-	63,94	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,63	-	-	-

Quadro A,91- Ficha biométrica das fibras de Pourouma guianensis Aubl

(Imbaubarana)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1462	1021,28	788	124,61	12,20
Largura	48	33,36	24	6,12	18,36
Lúmen	40	25,36	16	6,50	25,65
Espessura da parede	-	4,00	-	-	-
Comprimento/largura	-	30,61	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,76	-	-	-

Quadro A.92- Ficha biométrica das fibras de Protium sp

(Breu Branco)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1102	825,44	585	105,85	12,82
Largura	28	16,84	12	3,40	20,17
Lúmen	20	10,76	4	3,20	29,71
Espessura da parede	-	3,04	-	-	-
Comprimento/largura	-	49,01	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,64	-	-	-

Quadro A.93-Ficha biométrica das fibras Protium decandrum March

(Breu Vermelho)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1194	917,16	621	99,26	10,82
Largura	22	15,92	11	2,25	14,15
Lúmen	16	8,72	6	2,14	24,49
Espessura da parede	-	3,68	-	-	-
Comprimento/largura	-	57,61	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,55	-	-	-

Quadro A.94- Ficha biométrica das fibras Trattinichia rhoifolia Willd.

(Breu Sucuruba)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1958	1043,57	675	256,42	24,57
Largura	36	28,96	20	3,40	11,74
Lúmen	28	19,52	12	3,36	17,21
Espessura da parede	-	4,72	-	-	-
Comprimento/largura	-	36,03	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,67	-	-	-

Quadro A.95- Ficha biométrica das fibras de Tetragastris altíssima (Aubl)

Swart

(Breu Grande)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1250	1100,00	900	290,37	26,39
Largura	28	23,92	20	2,93	11,78
Lúmen	12	11,92	8	2,96	23,89
Espessura da parede	-	6,00	-	-	-
Comprimento/largura	-	45,98	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,49	-	-	-

Quadro A,96- Ficha biométrica das fibras Rollinia exzucca (Dunal) A. DC

(Envira Preta)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1845	1504,79	1125	172,99	11,50
Largura	36	24,72	16	4,29	17,53
Lúmen	20	14,72	8	3,09	21,01
Espessura da parede	-	5,00	-	-	-
Comprimento/largura	-	60,87	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,60	-	-	-

Quadro A,97- Ficha biométrica das fibras Sloanea nitida G. Don

(Urucurana)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1890	1532,46	1148	159,19	10,39
Largura	40	24,48	16	5,08	20,77
Lúmen	32	14,16	6	4,80	33,88
Espessura da parede	-	5,16	-	-	-
Comprimento/largura	-	62,60	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,58	-	-	-

Quadro A,98- Ficha biométrica das fibras de Tachigalia alba Ducke

(Tachi Branco)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1500	1111,50	900	70,84	11,07
Largura	32	24,00	20	6,14	25,58
Lúmen	20	12,00	8	3,33	27,75
Espessura da parede	-	6,00	-	-	-
Comprimento/largura	-	46,31	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,50	-	-	-

Quadro A,99- Ficha biométrica das fibras de Tachigalia myrmecophila Ducke

(Tachi Preto)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1500	1164,20	900	117,52	10,09
Largura	36	24,96	20	4,46	17,86
Lúmen	24	12,72	8	3,67	28,85
Espessura da parede	-	6,12	-	-	-
Comprimento/largura	-	46,64	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,50	-	-	-

Quadro A.100-Ficha biométrica das fibras Sclerolobium aff Chrysophyllum

(Tachirana)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1300	1062,80	900	88,94	8,37
Largura	28	22,87	20	2,77	11,63
Lúmen	16	10,87	8	2,78	24,65
Espessura da parede	-	6,00	-	-	-
Comprimento/largura	-	46,47	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,47	-	-	-

Quadro A.101-Ficha biométrica das fibras de Tabebuia serratifolia (VAHL)Nichols

(Pau d'arco Amarelo)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1338	1082,66	717	120,79	11,16
Largura	18	14,80	11	2,24	15,11
Lúmen	6	3,46	2	0,96	27,85
Espessura da parede	-	5,67	-	-	-
Comprimento/largura	-	73,15	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,23	-	-	-

Quadro A.102-Ficha biométrica das fibras Tabebuia impetiginosa (Mart ex  
DC) Standley

(Pau d'arco Roxo)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1418	1083,81	788	138,08	12,74
Largura	24	14,80	8	3,42	23,09
Lúmen	16	8,48	4	3,09	36,40
Espessura da parede	-	3,16	-	-	-
Comprimento/largura	-	73,23	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,57	-	-	-

Quadro A.103-Ficha biométrica das fibras Terminalia amazonia Exell in  
Pulle

(Cuiarana)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	2205	1792,96	1012	195,80	10,92
Largura	40	27,60	20	4,73	17,15
Lúmen	32	19,20	12	3,96	20,62
Espessura da parede	-	4,20	-	-	-
Comprimento/largura	-	64,96	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,70	-	-	-

Quadro A.104-Ficha biométrica das fibras de Virola surinamensis Roll Warb

(Ucuúba)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	1904,00	1501,00	1120,00	165,00	11,00
Largura	48,00	34,00	24,00	6,20	18,00
Lúmen	24,00	21,20	16,00	-	-
Espessura da parede	-	6,40	-	-	-
Comprimento/largura	-	44,15	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,72	-	-	-

Quadro A.105-Ficha biométrica das fibras de Vochysia maxima Ducke

(Quaruba)

ESPECIFICAÇÃO	MÁXIMO (micra)	MÉDIO (micra)	MÍNIMO (micra)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %
Comprimento	2043	1632,77	1194	185,22	11,34
Largura	48	31,86	20	4,69	14,71
Lúmen	37	19,60	7	5,00	25,49
Espessura da parede	-	6,01	-	-	-
Comprimento/largura	-	51,25	-	-	-
Lúmen/largura	-	0,62	-	-	-