

POTENCIALIDADE DE ALGUMAS ESPÉCIES NATIVAS COMO FORNECEDORAS DE MADEIRA PARA PRODUÇÃO DE CELULOSE*

Celso E.B. Foelkel
Ceslavas Zvinakevicius
José Orlando M. de Andrade
Alair Rodrigues da Silva**

1. INTRODUÇÃO

A produção de celulose para papel em nosso meio baseia-se na utilização da madeira de algumas espécies de dois gêneros principais, *Pinus* e *Eucalyptus*. Praticamente, há poucas informações sobre outras espécies de madeira, principalmente de espécies florestais nativas, que forneçam celulose de boa qualidade.

Seria interessante que a indústria de celulose pudesse contar com outras espécies de madeira de qualidade, o que permitiria maior flexibilidade na produção de tipos distintos de produtos finais.

A política de incentivos Fiscais para o Reflorestamento, vigente no País há mais de uma década, preconiza o plantio de pequena porcentagem de árvores de espécies nativas ou a preservação de áreas de mata natural. Observando as vantagens de contar com espécies nativas, mesclando-se talhões destas aos de *Pinus* e *Eucalyptus*, os próprios reflorestadores têm procurado aumentar, paulatinamente, a área de florestas com espécies tipicamente brasileiras. Essa consorciação traz notáveis reflexos ecológicos e de proteção aos povoamentos.

Diante do elevado custo de manutenção dos povoamentos, principalmente pela dificuldade das espécies nativas em fechar o terreno, aumentando a invasão de ervas daninhas, tem-se procurado o plantio de espécies nativas de rápido crescimento.

* Recebido para publicação em 21/10/1978.

** Respectivamente, Professor Colaborador da U.F.V. e Chefe do Depto. de Controle de Qualidade de Celulose Nipo-Brasileira S.A. - CENIBRA, Chefe da Divisão de Pesquisas da CENIBRA, Assistente da Divisão de Pesquisas da CENIBRA e Engº Florestal da Florestas Rio Doce S/A.

Neste trabalho, foi estudada a potencialidade para celulose das madeiras de algumas espécies comuns em Minas Gerais e no Espírito Santo. Procurou-se avaliar as características das madeiras e a qualidade da celulose kraft das seguintes espécies: angico-vermelho (*Piptadenia peregrina*), canudo-de-pito (*Mabea fistulifera*), pau-de-pólvora (*Trema micrantha*), vinhático (*Phathymentha foliolosa*), pau-jacaré (*Piptadenia communis*), quaresminha (*Miconia candolleana*), paineira (*Chorisia speciosa*) e imbaúba (*Cecropia* sp.).

2. REVISÃO DE LITERATURA

Tratando-se de espécies pouco exploradas comercialmente e sem nenhuma tradição para a indústria de celulose, poucas foram as citações encontradas na literatura.

2.1. Angico-vermelho (*Piptadenia peregrina*)

Piptadenia é um gênero que compreende cerca de oitenta espécies tropicais, principalmente americanas. No Brasil, o gênero se destaca especialmente no Sul, no Centro e no Nordeste do País. As espécies mais comuns, conhecidas vulgarmente por angicos, são arbóreas e suas madeiras são úteis para diversos fins, principalmente regionais. Geralmente a madeira é pesada, dura e resistente à deterioração. Tem anéis de crescimento perceptíveis, alborno bem distinto do cerne, e a coloração deste varia de castanho a vermelho. É usada em construções rurais, caibros, batentes, vigas, portas, moirões, dormentes, etc. (6).

A utilização industrial dessa madeira é pouco conhecida. GOMIDE *et alii* (2), relatam ser o angico-branco utilizado, no Estado de Minas Gerais, na produção de celulose, mas não fazem menção à sua qualidade. Relativamente ao angico-vermelho, os autores observaram, em trabalho experimental, que ele conduzia a celulose aparentemente inferior à do *Eucalyptus saligna*; entretanto, as propriedades da celulose eram perfeitamente aceitáveis.

2.2. Canudo-de-pito (*Mabea fistulifera*)

Não foram encontradas referências sobre sua utilização para celulose.

2.3. Pau-de-pólvora (*Trema micrantha*)

Trema micrantha é uma espécie da família das Ulmenáceas, de ampla dispersão nos trópicos e subtropicais latino-americanos, ocorrendo naturalmente desde o México até a Argentina. No Brasil, recebe as denominações vulgares de gurindiba, ceriúva, coatindiva e pau-de-pólvora.

É espécie de crescimento rápido e vigoroso, podendo, por isso, ser considerada como potencial para reflorestamento.

Recentemente, RIBEIRO e LUZ (5) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, estudaram a *Trema micrantha* como matéria-prima para a produção de celulose. Produziu-se, no estudo, celulose soda-enxofre, que foi alvejada pelas seqüências CEHH, CED e CEDPD. Os autores apresentaram a espécie como e-

equivalente ou, mesmo, superior ao *Eucalyptus saligna* para a produção de celulose.

2.4. Vinhático (*Plathymentia foliolosa*)

Segundo RIZZINI (6), a madeira do vinhático é muito empregada em construções civis e navais, em mobiliários, forros, tacos, portas, etc. A madeira é amarela, com reflexo dourado, quase sempre uniforme, às vezes com manchas escuras. É madeira leve e mole, fácil de ser trabalhada.

A espécie ocorre da floresta pluvial de Pernambuco até o Rio de Janeiro, sendo mais comum no Espírito Santo, em Minas Gerais e no Rio de Janeiro.

2.5. Pau-jacarê (*Piptadenia communis*)

Espécie comum desde o Piauí até São Paulo, cultivada para a obtenção de lenha e de carvão. A madeira é densa e resistente. Em 1973, GOMIDE *et alii* (2), apresentaram os resultados de um estudo para produção de celulose de espécies madeiras da Zona da Mata de Minas Gerais. Dentre essas espécies, analisou-se a *Piptadenia communis*, que mostrou razoável potencialidade como matéria-prima para produção de celulose. Embora as resistências da celulose do jacaré tenham sido inferiores às do *Eucalyptus saligna*, verificou-se, nessa espécie, elevado rendimento em celulose.

2.6. Quaresminha (*Miconia candolleana*)

A quaresminha é uma espécie vigorosa e de rápido crescimento, comum na Zona da Mata de Minas Gerais. Graças às suas boas características dendrológicas, tem sido questionada quanto à produção de celulose.

2.7. Paineira (*Chorisia speciosa*)

A paineira, como é conhecida vulgarmente a espécie *Chorisia speciosa*, ocorre desde as caatingas e matas de Pernambuco até São Paulo. É muito ornamental e de rápido crescimento. Sua madeira é clara e leve, tendo até hoje pouca utilização.

2.8. Imbaúba (*Cecropia* sp.)

Imbaúba é o nome genérico dado a plantas da família das Moráceas e gênero *Cecropia*, sendo conhecidas, atualmente, algumas dezenas de espécies. É uma espécie de ampla dispersão ecológica, sendo natural desde a Amazônia até Minas Gerais, onde ocorre como um dos vegetais arbóreos predominantes nas matas naturais. As árvores são geralmente eretas, sem ramificações, podendo atingir 15 metros de altura. A madeira é muito leve e esbranquiçada.

Segundo LOUREIRO e SILVA (3), é mais comumente utilizada na fabricação de caixas, palitos de fósforo e celulose, e seu carvão vegetal é recomendado para a fabricação de pólvora.

OVERBECK (4), em trabalho sobre a obtenção de pastas celulósicas de madeiras da Amazônia, observou que a madeira de imbaúba fornecia celulose de boa qualidade.

Em 1975, BARRICHELO e FOELKEL (1), estudando as qualidades das madeiras e celuloses kraft de espécies florestais nativas do Brasil, verificaram que a madeira de imbaúba apresentava as seguintes características, como fonte de fibras para a indústria de celulose:

- densidade muito baixa (0,18 g/cm³) e fibras mais longas e largas que as do eucalipto;
- altos teores de celulose e de extrativos em NaOH 1% de acordo com as análises químicas;
- inferioridade da imbaúba em termos de propriedades físico-mecânica da celulose kraft não branqueada. Entretanto, a resistência à tração e ao rasgo e os rendimentos em celulose foram bastante satisfatórios. Por outro lado, houve facilidade de refino da celulose da imbaúba, o que significa economia no consumo de energia.

3. MATERIAL E MÉTODOS

As madeiras das espécies em estudo foram coletadas de árvores abatidas em povoamentos localizados em Minas Gerais e cujas idades eram indeterminadas. Essas madeiras eram descascadas e reduzidas a cavacos para a execução dos ensaios. A determinação da densidade básica das madeiras foi realizada sobre os cavacos, pelo método do máximo teor de umidade. A mensuração das dimensões das fibras e vasos foi realizada por meio de microprojecção e de microscópio dotado de ocular micro-métrica. A composição química das madeiras foi determinada com base nos métodos da TAPPI - Technical Association of the Pulp and Paper Industry. Celuloses foram produzidas pelo processo kraft, depuradas, lavadas e analisadas para número kappa e viscosidade. As condições adotadas nos cozimentos estão relacionadas no Quadro 1.

QUADRO 1 - Condições dos cozimentos kraft

Espécie	Alcali ativo (%Na ₂ O)	Sulfito (%)	Temperatura máx. (T _m) (°C)	Tempo até T _m (min.)	Tempo a T _m (min.)	Relação licor/madeira
Angico-vermelho	16	25	170	185	60	4,5:1
Canudo-de-pito	16	25	170	210	60	4,5:1
Pau-de-pólvora	16	25	170	200	60	4,5:1
Vinhático	14	25	170	190	60	4,5:1
Pau-jacarê	16	25	170	220	60	4,5:1
Quaresminha	17	25	165	97	60	4,5:1
Paineira	17	25	160	115	60	4,5:1
Imbaúba	17	25	165	77	60	4,5:1

Em seguida, todas as celuloses foram branqueadas pela seqüência $CE_1HD_1E_2D_2$, completada com lavagem com solução acidificada de sulfato de sódio.

As condições adotadas nos branqueamentos foram as relatadas no Quadro 2.

QUADRO 2 - Condições nos diversos estágios do branqueamento

Variável	C	E ₁	H	D ₁	E ₂	D ₂	SO ₃
% Cl ₂ ativo	F ₁	-	F ₃	1,58	-	0,53	-
% NaOH	-	F ₂	-	-	0,5	-	-
% Na ₂ SO ₃	-	-	-	-	-	-	1,0
% Consistência	3,5	12	12	12	12	12	5
Tempo, minutos	30	90	120	210	90	210	30
Temperatura, °C	25	60	40	70	60	70	25

$$F_1 = 1,02 + 0,108 (N^{\circ} \text{ kappa})$$

$$F_2 = 1,44 + 0,032 (N^{\circ} \text{ kappa})$$

$$F_3 = 0,25 (N^{\circ} \text{ kappa após estágios } CE_1)$$

Após o branqueamento, determinava-se a alvura, a viscosidade e o número de cor posterior das celuloses.

Tanto as celuloses branqueadas como as não-branqueadas foram submetidas ao refino, para que se desenvolvessem suas propriedades físico-mecânicas, as quais foram avaliadas a diferentes graus de refino (OSR), de acordo com o método TAPPI T 220.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As madeiras mostraram características variadas, conforme se pode observar no Quadro 3.

Ocorrem espécies com madeiras muito densas (jacaré) e muito leves (vinhático, paineira e imbaúba), o que não é muito interessante para a produção de celulose. Para as demais espécies, as densidades são aceitáveis. Quanto às dimensões das fibras, o vinhático foi o que apresentou fibras mais apropriadas, quanto ao tamanho. De forma geral, como característica das folhosas, as fibras foram pequenas e finas. Característica desfavorável da maioria das espécies estudadas foi o tamanho dos vasos, grandes demais quando o propósito é produzir papéis finos para impressão.

QUADRO 3 - Características das madeiras

Característica	Angico-vermelho	Canudo-de-pito	Pau-de-pólvora	Vinhático	Pau-jacaré	Quares-minha	Paineira	Imbaúba
Densidade básica, g/cm ³	0,497	0,574	0,399	0,315	0,736	0,541	0,284	0,338
Comprimento das fibras, mm	0,655	0,804	0,820	1,624	0,833	0,670	0,630	1,27
Largura das fibras, µ	21,10	19,40	22,08	20,80	18,60	20,50	21,60	37,10
Diâmetro do lúmen, µ	15,40	7,80	14,72	12,40	8,00	7,90	5,23	30,90
Espessura da parede, µ	3,00	5,80	3,39	4,20	5,10	6,30	8,10	3,10
Comprimento do vaso, mm	0,207	0,305	0,331	0,339	0,216	-	0,120	0,270
Largura do vaso, mm	0,156	0,175	0,162	0,170	0,116	-	0,060	0,180
Teor de								
- lignina, %	25,61	27,11	25,36	27,95	27,96	25,20	22,54	26,60
- hemicelulose, %	80,76	81,08	74,89	76,02	78,61	-	73,72	-
- glicose, %	0,48	0,43	0,86	0,71	0,35	-	0,80	0,58
- pentosanas, %	17,48	16,01	19,19	18,21	15,54	16,70	19,21	10,25
- extrativos em água (quente, %)	4,46	3,80	2,72	4,46	1,36	2,63	4,84	3,52
- extrativos em NaOH 1%, %	17,91	14,69	16,91	17,35	10,73	11,76	17,87	15,80
- extrativos em álcool/benzeno, %	8,20	3,52	2,82	8,95	6,14	1,49	3,16	2,19
- extrativos em diclorometano	1,56	1,79	0,62	2,02	1,08	-	-	-

Relativamente à composição química das madeiras, não ocorreram diferenças sensíveis quanto aos teores de lignina, holocelulose e pentosanas, que se situaram dentro do normal para fins papeleiros. Os teores de extrativos e cinzas foram bastante variáveis. O angico-vermelho, o vinhático e o pau-jacarê caracterizaram-se por altos teores de extrativos, o que deve colaborar para perda de rendimento em celulose e dificuldade no branqueamento da celulose. Altos teores de cinzas foram registrados para a paineira, o pau-de-pólvora e o vinhático.

Na produção de celulose, ocorreram as variações esperadas, em decorrência da diversidade nas qualidades das madeiras. Os resultados dos cozimentos constam do Quadro 4.

QUADRO 4 - Resultados dos cozimentos kraft para produção de celulose

Espécie	Rendimento, %		Teor de rejeitos, %	Número kappa	Viscosidade cps
	Bruto	Depurado			
Angico-vermelho	51,2	49,2	2,0	28,0	34,1
Canudo-de-pito	47,2	46,0	1,2	22,3	40,8
Pau-de-pólvora	52,2	52,0	0,2	16,2	21,1
Vinhático	47,4	46,6	0,8	28,1	40,4
Pau-jacarê	51,3	49,4	1,9	22,2	23,1
Quaresminha	52,3	41,5	10,8	30,7	-
Paineira	50,9	50,8	0,1	20,1	28,5
Imbaúba	52,0	51,9	0,1	18,4	-

As madeiras das espécies estudadas, à exceção da quaresminha, apresentaram boa conversão em celulose, o que resultou em bons rendimentos e em baixos teores de rejeitos. Para as espécies angico-vermelho e vinhático, talvez em razão do elevado teor de extrativos, houve maior dificuldade na deslignificação, com números kappa elevados. A madeira de quaresminha possuía um alto teor de nós, pela intensa ramificação, o que se refletiu em alto teor de rejeitos e dificuldade na transformação dos cavacos em polpa.

Dentre as espécies em questão, a paineira, a imbaúba e o pau-de-pólvora apresentaram maior facilidade de deslignificação. Certamente, isso é um reflexo das densidades básicas mais baixas de suas madeiras.

A branqueabilidade das celuloses dessas espécies foi algo mais difícil que o que se consegue em termos de branqueamento da celulose de eucalipto. As condições utilizadas no branquea-

mento dessas celuloses basearam-se em formulações que conduzem a celulose kraft de eucalipto a alvuras de 90 a 92ºGE. Observou-se, portanto, pior resposta ao branqueamento para as espécies nativas, conforme mostra o Quadro 5.

QUADRO 5 - Resultados dos branqueamentos das celuloses kraft de espécies nativas

Espécie	% Cl ₂ ativo total aplicado	% NaOH total aplicado	Alvura, °GE	Viscosidade, cps	Número de cor posterior
Angico-vermelho	9,14	2,84	82,0	15,6	1,45
Canudo-de-pito	6,76	2,65	89,4	17,0	0,79
Pau-de-pólvora	5,66	2,46	88,0	15,0	1,20
Vinhático	8,97	2,72	86,8	20,1	1,88
Pau-jacarê	6,45	2,65	88,6	14,0	1,58
Quaresminha	7,33	3,21	85,1	25,6	-
Paineira	7,10	2,36	89,5	13,5	1,00
Imbaúba	5,98	2,50	89,0	-	-

As espécies ricas em extrativos e cujas celuloses se caracterizaram por altos números kappa, (angico-vermelho e vinhático), mesmo com alta carga de cloro ativo e soda cáustica, não obtiveram grande ganho de alvura. O angico-vermelho parece ser contra-indicado para a produção de celulose branqueada, pela dificuldade de branqueamento. A quaresminha, igualmente, apresentou baixa capacidade de alveamento econômico da celulose.

Branqueamento satisfatório foi obtido para as polpas de canudo-de-pito, pau-de-pólvora, pau-jacarê, paineira e imbaúba.

Quanto aos ensaios físico-mecânicos das celuloses, os resultados estão apresentados nos Quadros 6 e 7, respectivamente, para polpas não-branqueadas e branqueadas. Os resultados foram obtidos pela interpolação gráfica dos valores dos testes para 25, 37 e 54ºSR para fins de comparação.

Os melhores resultados quanto às resistências das celuloses foram obtidos para a celulose de canudo-de-pito, que, de todas, foi a única com qualidade satisfatória em todos os sentidos. Celuloses de qualidades aceitáveis quanto aos ensaios físico-mecânicos foram também as obtidas de pau-de-pólvora, imbaúba e vinhático. Entretanto, essas espécies apresentaram algumas das resistências em níveis inferiores, como a resistência ao rasgo, para o pau-de-pólvora e o vinhático, e a resistência à ruptura, para a imbaúba.

QUADRO 6 - Propriedades físico-mecânicas das celulosas não-branqueadas

Propriedade	Angico-vermelho	Canudo-de-pito	Pau-de-pólvora	Vinhático	Pau-jacaré	Quares-minha	Paineira	Imbaúba
Auto-ruptura, km								
- 25 °SR	5,6	8,2	7,9	7,8	5,5	3,2	-	6,2
- 37 °SR	7,2	9,0	8,8	8,9	7,1	3,8	4,2	7,2
- 54 °SR	8,5	9,3	9,0	9,8	7,8	4,8	5,6	7,9
Fator de estouro								
- 25 °SR	30	58	56	36	32	11	-	35
- 37 °SR	48	68	68	46	44	20	25	51
- 54 °SR	63	73	73	64	48	30	31	57
Fator de rasgo								
- 25 °SR	47	96	57	53	72	60	-	108
- 37 °SR	59	103	59	63	87	71	60	125
- 54 °SR	62	106	55	63	88	78	64	113

Continua

QUADRO 6 - Continuação

Propriedade	Angico-vermelho	Canudo-de-pito	Pau-de-pólvora	Vinhático	Pau-jacaré	Quares-minha	Paineira	Imbaúba
Elongação, %								
- 25 °SR	2,5	3,0	2,0	2,5	1,7	1,8	-	3,1
- 37 °SR	3,1	3,7	2,2	3,0	2,3	2,3	2,6	3,3
- 54 °SR	3,5	3,7	2,3	4,2	2,5	3,4	3,5	3,4
Dobras duplas, MJT								
- 25 °SR	14	190	150	59	8	5	-	55
- 37 °SR	74	370	840	270	39	12	32	270
- 54 °SR	300	875	1240	930	51	50	95	455
Densidade, g/cm ³								
- 25 °SR	0,56	0,62	0,73	0,53	0,54	0,49	-	0,52
- 37 °SR	0,62	0,63	0,75	0,59	0,58	0,54	0,53	0,55
- 54 °SR	0,63	0,68	0,77	0,61	0,62	0,59	0,55	0,60

QUADRO 7 - Propriedades físico-mecânicas das celulosas branqueadas

Propriedade	Angico-vermelho	Canudo-de-pito	Pau-de-pólvora	Vinhático	Pau-jacaré	Quares-minha	Paineira	Imbaúba
Auto-ruptura, km								
- 25 °SR	4,7	7,3	6,7	-	4,4	4,1	-	4,2
- 37 °SR	7,2	8,2	8,2	6,4	6,2	4,6	3,7	4,9
- 54 °SR	8,2	8,3	8,5	7,8	7,0	5,1	4,8	5,6
Fator de estouro								
- 25 °SR	25	50	48	-	27	15	-	32
- 37 °SR	53	60	62	49	40	20	15	36
- 54 °SR	58	64	63	67	48	29	24	48
Fator de rasgo								
- 25 °SR	47	109	67	-	62	69	-	109
- 37 °SR	55	113	72	63	83	80	60	113
- 54 °SR	54	117	69	66	90	89	58	118

Continua

QUADRO 7 - Continuação

Propriedade	Angico-vermelho	Canudo-de-pito	Pau-de-pólvora	Vinhático	Pau-jacaré	Quares-minha	Paineira	Imbaúba
Elongação, %								
- 25 °SR	2,0	3,4	3,7	-	2,5	2,2	-	3,3
- 37 °SR	2,9	3,6	4,0	3,3	2,9	2,5	2,7	4,1
- 54 °SR	3,2	3,6	4,5	3,5	4,0	2,8	3,2	4,2
Dobras duplas, MIT								
- 25 °SR	10	68	50	-	5	5	-	25
- 37 °SR	73	170	150	50	23	12	10	40
- 54 °SR	177	235	220	510	43	25	30	135
Densidade, g/cm ³								
- 25 °SR	0,58	0,63	0,70	-	0,52	0,51	-	0,53
- 37 °SR	0,62	0,68	0,73	0,81	0,61	0,55	0,53	0,55
- 54 °SR	0,70	0,70	0,76	0,85	0,63	0,60	0,60	0,59
Coeficiente de dispersão de luz, cm ² /g								
- 25 °SR	404	285	311	-	370	404	-	-
- 37 °SR	375	275	300	380	335	365	-	-
- 54 °SR	295	270	276	330	340	320	-	-

5. RESUMO E CONCLUSÕES

As madeiras de oito espécies nativas abundantes na Região Leste do Brasil foram analisadas quanto à sua potencialidade para produção de celulose kraft. As espécies em questão foram: angico-vermelho (*Piptadenia peregrina*), canudo-de-pito (*Mabea fistulifera*), pau-de-pólvora (*Trema micrantha*), vinhático (*Plathymenia foliolosa*), pau-jacaré (*Piptadenia communis*), quaresminha (*Miconia candoleana*), paineira (*Chorisia speciosa*) e imbaúba (*Cecropia* sp.). Dentre elas, a que apresentou boas características em todos os sentidos, quer do ponto de vista de qualidade da madeira, quer do ponto de vista de processamento e propriedades da celulose, foi o canudo-de-pito. Essas boas propriedades, inclusive, recomendam seu uso para aquela finalidade. Ressalte-se que este trabalho de pesquisa tem por objetivo julgar apenas a potencialidade das madeiras para celulose, não entrando na discussão das características florestais para implantação de povoamentos das espécies. Observaram-se também propriedades aceitáveis, porém com algumas restrições para uso industrial, das celuloses das madeiras da imbaúba e de pau-de-pólvora. Pouco promissoras para celulose branqueada de qualidade foram as madeiras do angico-vermelho, do vinhático, do pau-jacaré, da quaresminha e da paineira. Entretanto, para certas finalidades menos nobres, as celuloses dessas espécies podem ser consideradas como viáveis.

6. SUMMARY

Woods from eight native species, commonly found in Eastern Brazil, were analysed to verify their pulping feasibility.

The species were the following: *Piptadenia peregrina*, *Mabea fistulifera*, *Trema micrantha*, *Plathymenia foliolosa*, *Piptadenia communis*, *Miconia candoleana*, *Chorisia speciosa* and *Cecropia* sp.. Specific gravity, fiber and vessel dimensions, and chemical composition were the tests performed on the woods. Wood chips were cooked by the kraft process to obtain pulp. The unbleached pulps received a six-stage bleaching sequence: CE₁HD₁E₂D₂. Both bleached and unbleached pulps were tested to determine their quality. From all woody species, better wood and pulp properties were found for *Mabea fistulifera*. Although *Trema micrantha* and *Cecropia* sp. also yielded good pulps, either wood or pulp had some small limitations for economical conversion to high-grade bleached kraft pulp. Less promising woods for pulping were *Piptadenia peregrina*, *Plathymenia foliolosa*, *Piptadenia communis*, *Miconia candoleana* and *Chorisia speciosa*. Their woods, however, can be successfully used for low-grade quality pulps.

7. LITERATURA CITADA

1. BARRICHELO, L.E.G. & FOELKEL, C.E.B. Utilização de madeiras de essências florestais nativas na obtenção de celulose: bracatinga (*Mimosa bracatinga*), imbaúba (*Cecropia* sp.), caixeta (*Tabebuia cassinoides*) e boleira (*Joannesia princeps*). IPEF 10:43-56. 1975.
2. GOMIDE, J.L.; KUTSCHA, N.P.; SHOTTAFFER, J.E. & ZABEL, L.W.

Características das fibras e celuloses de madeiras da Zona da Mata. *O Papel* 34(2):49-60. 1973.

3. LOUREIRO, A.A. & SILVA, M.F. *Catálogo das madeiras da Amazônia. Volume 2*. Belém, SUDAM, 1968. 411 p.
4. OVERBECK, W. *Pastas celulósicas de madeiras da Amazônia*. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1968. 31 p. (Publicação 828).
5. RIBEIRO, E.B.P. & LUZ, C.N.R. A *Trema micrantha* (L) Blume como matéria-prima para a produção de celulose. Manaus, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, s/d.
6. RIZZINI, C.T. *Árvores e madeiras úteis do Brasil - Manual de dendrologia brasileira*. São Paulo, Editora Edgard Blucher, 1971. 294 p.

SUMÁRIO

- Determinação da resistência de 16 procedências de *Eucalyptus* ao cancro causado por *Diaporthe cubensis* Bruner, no Vale do Rio Doce - Francisco Alves Ferreira, Acelino Couto Alfenas e Alair Lopes de Freitas.... 119
- Micorriza em eucalipto: Uma revisão sobre a morfologia, a fisiologia e os efeitos mútuos da associação fungo-planta - Nairam Félix de Barros, Renato Mauro Brandi e Mauro Silva Reis..... 130
- Efeitos de recipientes na sobrevivência e no crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, no viveiro e no campo - Nairam Félix de Barros, Renato Mauro Brandi, Laércio Couto e Gustavo Cerqueira de Resende..... 141
- Produção de celulose etanol de *Eucalyptus viminalis* utilizando um sistema de multiestágios - José Lívio Gomide..... 152
- Caracterização química do licor residual na produção de celulose etanol - José Lívio Gomide..... 169
- Potencialidades de algumas espécies nativas como fornecedoras de madeira para produção de celulose - Celso E. B. Foelkel, Ceslavas Zvinakevicius, José Orlando M. de Andrade e Aloir Rodrigues da Silva..... 186
- O uso de misturas de madeira de *Eucalyptus grandis* com pequenas proporções de madeiras de espécies nativas para produção de celulose kraft - Celso E. B. Foelkel, Jorge Kato, Ceslavas Zvinakevicius e Aloir Rodrigues da Silva..... 200
- Infiltrômetro para aplicações florestais - Hélio Alvez Vieira, Geraldo Ferreira Valente, Salassier Fernando e Paulo Sant'Anna e Castro..... 214

revista árvore

Volume 2 — Dezembro de 1978 — Número 2



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
Viçosa — Minas Gerais — Brasil