POLPAS SEMIQUÍMICAS DE FOLHOSAS DA AMAZÔNIA, DA FAMÍLIA MORACEAE COMPARADAS COM PASTAS SEMIQUÍMICAS DE ESSÊNCIAS PAPELEIRAS DE REFLORESTAMENTO.

Antônio de Azevedo Corrêa (*)

RESUMO

Relatam-se ensaios de fabricação de polpas semiquímicas Kraft e Sulfito Neutro de madeiras da família MORACEAE, tendo como comparação espécies madeireiras de utilização consagrada pela Indústria de Celulose e Papel. Descrevem-se a distribuição das espécies em diferentes tipologias da Floresta Amazônica. Mencionam-se as suas nomenclaturas botânicas e poucos resultados silviculturais existentes. Relatam-se as metodologias empregada e os resultados obtidos na fabricação de polpas semiquímicas, Sulfito Neutro e Kraft. Deescrevem-se as metodologias e os resultados dos clareamentos das polpas. Citam-se a metodologia utilizada na caracterização físico-mecânicas dos cartões fabricados dessas pastas e mostram-se os seus resultados. Discutem-se os resultados de todos os ensaios realizados. Retiram-se conclusões sobre os mesmos e afirma-se, em termos finais, que das espécies ***Brosimum*** *e* ***Pourouma*** *pode-se fabricar polpas Semiquímicas Kraft e Sulfito Neutro, podendo ser consideradas, portanto, espécies papeleiras de reflorestamento.*

INTRODUÇÃO

Segundo o 1º ENPAPEL 1985, as projeções do consumo aparente de matérias-primas fibrosas, no Brasil, no período 1984-1995, prevê para as pastas Semiquímicas uma duplicação, no fim do período. Isto é: partindo de uma base de 124.000 ton., em 1984, deverá atingir 281.000 ton., em 1995, com incremento médios em todo o período, em torno de 14.000 ton/ano.

As polpas Semiquímicas tanto ao Sulfito Neutro como a Kraft de baixa densidade, oriundas de madeiras duras, em países como o Estados Unidos da América do Norte e o Japão, são utilizadas, principalmente, na fabricação de cartão ondulado. No Brasil, este tipo de manufatura é raro. Quase toda a fabricação brasileira de polpa destinada a fabricação de cartão ondulado provem de bagaço e aparas.

Neste contexto, algumas famílias botânicas da floresta Amazônica poderão vir constituir, no futuro, matéria-prima para empreendimentos industriais destinados a fabricação

---

(*) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

de polpas Semiquímicas que possam ser implantados, na região Amazônica.

A pesquisa dos indivíduos da família das Moraceae, uma das mais distintas da floresta Amazônica tendo como objetivo a fabricação de polpas Semiquímicas ao Sulfito Neutro e a Kraft de baixa densidade, tomando como elementos de comparação essências papeleiras clássicas é descrito neste trabalho.

Informações botânicas, florestais e silviculturais

No Quadro 1, apresenta-se as espécies pesquisadas, especificando a denominação vulgar, a nomenclatura botânica e a origem. Tratam-se de quatro espécies nativas e três exóticas. As nativas são da família Moraceae e as exóticas das famílias Rubiaceae, Myrtaceae e Verbenaceae, respectivamente. As exóticas, por já serem tradicionais espécies papeleiras, principalmente, o Eucalipto e a Gmelina, entram no estudo como espécies de comparação.

No Quadro 2, mostra-se a ocorrência das espécies nativas pesquisadas nas diferentes regiões e tipologias florestais da Amazônia ocidental.

Depara-se com uma ocorrência medíocre, em volume de madeiras, dessas espécies, na floresta, que nunca ultrapassam 12 m³/ha e que em algumas tipologias florestais, várias dessas espécies não chegam nem a existir. O que se leva a concluir, aprioristicamente, que seria inexequível pensar-se, independente da qualidade, que elas poderiam apresentar a partir da floresta natural, servir como suprimento de unidades produtoras de polpa. A qualidade das suas pastas poderá, entretanto ser incentivos para pesquisas de reflorestamento e de manejo, com fins papeleiros.

Quadro 1. Denominação vulgar, classificação botânica e origem das espécies pesquisadas.

Denominação Vulgar	Nomenclatura Botânica	Origem
Amapá	**Brosimum parinarioide** - Ducke - Moraceae	Nativa
Chinesa	**Anthocepalus chinensis** Hassk - Rubiaceae	Exótica
Eucalipto	**Eucalyptus deglupta** Blume - Myrtaceae	Exótica
Gmelina	**Gmelina arboreae** Roxb - Verbenaceae	Exótica
Guariúba	**Clarisia racemosa** R. et Fr. - Moraceae	Nativa
Imbaubarana	**Pourouma longipendule** Ducke - Moraceae	Nativa
Inharé	**Helicostyles tormentosa** Rusby - Moraceae	Nativa
Pau-rainha	**Brosimum rubeascens** Toubert - Moraceae	Nativa

Quadro 2. Ocorrência nos diferentes ecossistemas florestais da Amazônia ocidental das espécies da família Moraceae pesquisadas.

Região Juruá Tipologia Florestal - m³/ha		
Madeiras	Floresta Densa	Floresta Aberta
Amapá	4,359	2,009
Guariúba	1,238	1,220

continuação (**Quadro 2**).

Região Juruá

Tipologia Florestal - m³/ha

Madeiras	Floresta Densa	Floresta Aberta
Imbaubarana	0,000	0,000
Inharé	0,387	0,691
Pau-rainha	0,620	0,477

Fonte: Projeto RADAMBRASIL, 1777 e V. 15a.

Região Manaus

Tipologia Florestal - m³/ha

Madeiras	Campinarana	Floresta Densa	Floresta Aberta	Floresta sempre verde
Amapá	0,000	0,747	0,000	0,059
Guariúba	0,137	3,163	0,701	0,301
Imbaubarana	0,000	0,000	0,000	0,000
Inharé	0,000	1,332	0,177	0,160
Pau-rainha	0,000	1,162	0,112	0,282

Fonte: Projeto RADAMBRASIL e V. 18b.

Região Porto Velho

Tipologia Florestal - m³/ha

Madeiras	Floresta Densa	Floresta Aberta	Contato-Savana Floresta	Área-Antrópica
Amapá	11,794	6,221	1,424	0,189
Guariúba	2,768	3,871	0,713	0,324
Imbaubarana	0,000	0,000	0,000	0,000
Inharé	3,372	0,982	0,120	0,228
Pau-rainha	0,000	0,517	0,150	0,000

Fonte: Projeto RADAMBRASIL, 1978 e V. 16c.

Região Purús

Tipologia Florestal - m³/ha

Madeiras	Floresta Densa	Floresta Aberta	Formações Pioneiras
Amapá	2,235	0,620	0,235
Guariúba	5,712	1,479	0,478
Imbaubarana	0,000	0,000	0,000
Inharé	1,621	1,101	0,442
Pau-rainha	8,866	1,837	0,148

Fonte: Projeto RADAMBRASIL, 1978 e V. 16d.

No Quadro 3 especifica-se os parcos dados silviculturais existentes sobre as madeiras da família Moraceae, bem como as informações silviculturais das espécies de comparação.

Quadro 3. Informações silviculturais existentes das espécies nativas e exotícas pesquisadas.

Madeiras	Existência de Informação Silvicultural	Incremento m³/ha/ano
Amapá	não existe	
Chinesa	existe	17,84 a
Eucalipto	existe	43,27 a
Gmelina	existe	19,43 a
Guariúba	existe	1,73 b
Imbaubarana	não existe	
Inharé	não existe	
Pau-rainha	não existe	

Fonte (a) Batista, M. P.; Borges, L. F., 1983.
(b) SUDAM, 1979.

O incremento da espécie nativa é terrivelmente medíocre. Esta espécie, no que diz respeito a geração de material lenhoso é impraticável para a indústria de celulose.

Em relação as exóticas, melhor desempenho foi para o Eucalipto que praticamente, teve o dobro do incremento das outras duas.

Preparação e cozimentos das madeiras

As toras das madeiras sem casca, depois de transformadas em hastes com dimensões suficientes para alimentar o picador, foram convertidas em cavacos, através de um picador de laboratório "APPLETON", potência 15 Hp, velocidade do disco 500 R.P.M com facas de 7/8", estando as mesmas em um ângulo de 45°, em relação ao alimentador.

Os cavacos picados foram classificados através de um separador vibrador Sweco com peneiras de malhas com diâmetro correspondente a 28,57 mm, 19,04 mm e 4,76 mm, respectivamente, em quatro frações de materiais assim descritos: a primeira, composta de cavacos grandes e lascas de madeiras, que não ultrapassaram a malha de maior diâmetro. A segunda e a terceira, representadas por porções de cavacos retidos nas malhas das peneiras de 19,04 mm, 4,76 mm e a quarta constituída de palitos e serragem.

Os cavacos grandes e as lascas foram retirados e agregados aos cavacos originários das telas de 19,04 mm e 4,76 mm, de forma que se obteve no consumo, cavacos prontos para a obtenção de pastas semiquímicas nas seguintes especificações máximas:

a) Comprimento: Longitudinal = 30 mm
b) Espessura = 5 mm
c) Largura = 50 mm

Dentro dessas especificações foram obtidas polpas semiquímicas através do processo ao Sulfito Neutro, bem como por meio do processo "Kraft" à baixa densidade.

Os equipamentos utilizados na fabricação das polpas Semiquímicas foram um cozinhador marca "SCHMIDT" modelo A-11, aquecido eletricamente, rotativo com 1 RPM e dez litros de capacidade. Um refinador de laboratório Sprout-Waldron de 12", acionado por um

motor de 40 Hp.

A obtenção das pastas, no refinador "Sprout-Waldron" deu-se através de duas passagens: A primeira para conseguir-se um desfribamento parcial. Neste estágio, o afastamento foi, aproximadamente de 0,762 mm. O segundo onde se obteve o desfibramento total, em consequência a pasta o afastamento dos discos foi ao redor de 0,101 mm.

As condições e resultados dos cozimentos - desfibramento dos dois processos são mostrados nos Quadros 4 e 5.

Tanto o processo Sulfito Neutro como o Kraft já são clássicos na fabricação de polpas Semiquímicas. Desta forma foram obtidas polpas Semiquímicas das madeiras pesquisadas como as de comparação sem maiores dificuldades.

Mesmo incorrendo, na imprecisão ao comparar os dois processos, que excetuando-se a temperatura de patamar, a relação líquido e sólido e a pressão tiveram os outros parâmetros de tratamento da madeira, totalmente, diferenciados, nota-se que o processo Sulfito Neutro parece ser o mais recomendável para a produção de polpas Semiquímicas das referidas madeiras, porque, as polpas deles advindas apresentaram rendimentos maiores e números Kappas menores. Entretanto este procedimento tem como gravame o consumo de energia, no desfibramento, que foi em termos médios para o processo Sulfito Neutro superior a 30% ao processo "Kraft".

Em termos médios, os resultados dos cozimentos tanto no processo Sulfito Neutro como do processo Kraft, as polpas das madeiras de comparação foram melhores ao das pastas dos indivíduos da família Moraceae: Apresentam maior rendimento, consomem menos produtos químicos e no desfibramento demandam menos energia.

Das madeiras da família Moraceae sobressaem-se o Amapá e a Embaubarana que mostram bons resultados nos cozimentos e a energia gasta no desfibramento é satisfatória enquadrando-se nos valores dos da madeira de comparação. As demais espécies da família Moraceae, mesmo mostrando bons resultados em termos de rendimento tiveram a desvantagem do consumo maior de energia para o desfibramento.

Quadro 4. Condições e resultados dos cozimentos ao Sulfito Neutro e dos desfibramentos das polpas obtidas das madeiras da família Moraceae e das madeiras de comparação.

C O N D I Ç Õ E S						
Tempo para atingir a temperatura de patamar - min -	Tempo na temperatura de patamar - min -	Temperatura de patamar °C	Na_2SO_3 introduzido em relação a madeira seca - % -	Na_2CO_3 introduzido em relação a madeira seca - % -	Relação Líquido/ Madeira	Pressão Kg/cm
120	180	170	16	5,34	4,5:1	7-8

R E S U L T A D O S					
Madeiras	Rendimento em Pasta - % -	Nº Kappa	Na_2SO_3 residual g/l	Energia gasta no desfibramento Kwh/kg de madeira seca	Ph Final
A. chinensis	73,53	69,2	5,13	0,32	9,5
Amapá	70,77	72.5	5,44	0,55	9,8
E. deglupta	72,88	78,3	6,04	0,45	9,0
Imbaubarana	66,61	66,3	4,66	0,43	9,4
Gmelina	75,01	63,5	4,66	0,45	9,6
Guariúba	68,91	78,5	5,67	0,50	8,4
Inharé	80,40	79,6	3,18	0,71	9,5
Pau-rainha	71,19	82,4	5,00	0,82	9,3

Quadro 5. Condições e resultados dos cozimentos Kraft e dos desfibramentos das polpas obtidas das madeiras da família Moraceae e das madeiras de comparação.

CONDIÇÕES					
Tempo para atingir a temperatura de 100°C a 170°C - min -	Tempo na temperatura de patamar - min -	Temperatura de patamar °C	Álcali ativo como Na_2O - % -	Relação Líquido / Madeira	Pressão Kg/cm
90	45	170	8	4:1	7-8

RESULTADOS					
Madeiras	Rendimento em Pasta - % -	Nº Kappa	Alcali residual g/l como Na_2O	Energia gasta no desfibramento em Kwh/kg de madeira seca	Ph Final
A. chinenses	60,26	75,3	0,31	0,19	10,2
Amapá	61,67	90,3	0,31	0,36	10,0
E. deglupta	68,49	86,1	1,86	0,24	10,2
Imbaubarana	69,55	79,2	-0-	0,24	10,1
Gmelina	63,34	69,3	0,31	0,25	8,1
Guariúba	64,18	90,6	0,31	0,35	8,7
Inharé	70,61	88,1	0,62	0,39	9,1
Pau-rainha	68,38	91,4	0,62	0,45	9,9

No Quadro 6, apresenta-se a tabela de comparação da energia gasta, no desfibramento dos dois diferentes processos de fabricação, tendo como referência as densidades das madeiras. A lógica prevaleceu. Madeiras mais densas demandaram mais energia no desfibramento, para a obtenção das respectivas polpas do que as madeiras mais leves.

Quadro 6. Tabela comparativa do consumo da energia gasta no desfibramento para a obtenção das polpas semiquímicas tendo como referências as densidades das madeiras.

Madeiras	Densidades Kg/m³	Energia gasta no desfibramento Kwh/kg de madeira seca	
		POLPAS SEMIQUÍMICAS SULFITO NEUTRO	POLPAS SEMIQUÍMICAS KRAFT
A. chinenses	278	0,32	0,19
Amapá	522	0,55	0,36
E. deglupta	354	0,46	0,24
Imbaubarana	335	0,43	0,24
Gmelina	380	0,45	0,25
Guariúba	512	0,50	0,35
Inharé	650	0,71	0,39
Pau-rainha	724	0,82	0,45

Clareamento das polpas

As polpas semiquímicas foram clareadas em um único estágio com Hipocloroeto. O clareamento teve por finalidade verificar os ganhos em alvura sem prejudicar as estabilidades e características das polpas.

Introduziu-se, arbitrariamente o percentual de 1,5% de cloro ativo sobre a polpa seca para todas as pastas nos dois processos de fabricação utilizados na pesquisa. As demais condições foram as seguintes:

- Temperatura = 40°C
- Consistência = 12%
- Tempo ou Duração = 3 hs.

Os resultados são mostrados no Quadro 7.

Quadro 7. Resultados dos clareamentos das polpas Semiquímicas dos cozimentos Sulfito Neutro e Kraft das madeiras da família Moraceae e das espécies de comparação.

POLPAS SEMIQUÍMICAS SULFITO NEUTRO

MADEIRAS	**A. chinensis**	Amapá	**E. deglupta**	Imbaubarana	Gmelina	Guariúba	Inharé	Pau-rainha
Alvura inicial - ABCP - P16/82	52,5	45,0	42,0	43,0	51,0	37,0	41,5	37,0
Cloro ativo aplicado - %	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Cloro ativo consumido - %	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Alvura total - ABCP - P16/82	55	45,0	50,6	47,5	52,0	38,0	42,0	37,0
Ph final	11,3	11,3	11,2	11,2	11,3	11,2	11,3	11,1
% ganhos em alvura	4,7	0,0	3,3	10,4	1,96	2,70	1,20	0,0

POLPAS SEMIQUÍMICAS KRAFT

MADEIRAS	**A. chinensis**	Amapa	**E. deglupta**	Embaubarana	Gmelina	Guariúba	Inharé	Pau-rainha
Alvura inicial - ABCP - P16/82	43,0	40,5	42,0	40,0	43,0	35,0	39,5	34,0
Cloro ativo aplicado - %	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Cloro ativo consumido - %	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Alvura final - ABCP - P16/82	44,0	40,5	43,5	41,0	43,5	35,0	39,5	34,0
Ph final	11,2	11,0	11,3	11,3	11,3	11,1	11,2	11,1
% ganhos em alvura	2,3	0,0	3,7	2,5	1,16	0,0	0,0	0,0

Como é natural, as polpas Semiquímicas provindas do cozimento Sulfito Neutro, tanto das madeiras da família Moraceae como das espécies de comparação são mais claras do que as pastas Semiquímicas Kraft.

As alvuras iniciais e finais das polpas das madeiras de comparação são sempre superiores ao das pastas das essências da família Moraceae.

Entre as polpas da família Moraceae sobressaem-se como mais límpidas as das madeiras Embaubarana e Amapá, principalmente a primeira, cujos clareamentos proporcionaram as suas polpas maiores ganhos em alvura, em termos percentuais. As polpas mais escuras foram as do Pau-rainha, Guariúba e Amapá, respectivamente.

Como era esperado o cloro ativo aplicado foi totalmente consumido por todas as polpas.

Refino e caracterização físico-mecânica das polpas Semiquímicas não clareadas e clareadas

As polpas não clareadas e clareadas foram refinadas em moinho "Bauer", no seguinte padrão: 16 g de pasta seca a uma consistência de 0,2%. Esta massa foi submetida a uma pressão de 5,71 Kw, com circulação forçada sendo a área de contato entre os discos do refinador de 0,34 mm. Foram realizadas passagens sucessivas da massa entre os discos do refinador (o máximo três), até atingir o grau de refino desejado, acima de 60°SR. Dessas polpas preparam-se folhas de ensaios com gramatura de 158±1 g/m² em formadores "Rapid Koethen" marcas Frank e Regmed e foram realizados os ensaios de caracterização físico-mecânicas utilizando os seguintes procedimentos normalísticos:

- Condicionamento de papel e papelão para ensaio (P4/70 - ABCP - Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel).
- Gramatura, peso por metro quadrado de papel e papelão - ABCP - Folhas de 158±1 g/m².
- Resistência à tração de papel e papelão (P7/70 - ABCP).
- Resistência ao estouro (Mullen) de papel e papelão (P8/71 - ABCP).
- Resistência a dobras-duplas (T423 - Su-68-TAPPI - Technical Association of the Pulp and Paper Industry.
- Resistência ao rasgo do papel (P9/68 - ABCP).
- Porosidade de papel e papelão (P11/71 - ABCP).
- Determinação do fator de reflectância no azul (alvura) em papel cartão e papelino pelo aparelho Photovolt (P16/82 - ABCP).
- Determinação da maciez do papel (P29/72 - ABCP).
- Resistência ao esmagamento do anel (T-818 - OM-1982 - TAPPI).
- CCT valor e CCT index (Scan- 42:81 - Scandinavi Pulp, Paper and Board).

Os resultados estão descritos nos Quadros 8, 9 , 10 e 11.

Para melhor esclarecimento das características mecânicas agregou-se a este estudo o da classificação dos comprimentos das fibras realizado, segundo T-233-Su-64 - TAPPI sendo o equipamento utilizado na classificação, o classificador Clark, modelo M-46.

Os resultados são mostrados nos Quadros 12 e 13.

Quadro 8. Características físico-mecânicas dos cartões fabricados com as pastas cruas de alto rendimento ao Sulfito Neutro das amostras obtidas das madeiras da família Moraceae e outras espécies tomadas como padrão. Resultados interpolados para 60ºSR. Gramatura 158±1 g/m².

Amostras	Passagens 1ª SRº	Passagens 2ª SRº	Espessura mm	Autoruptura - m -	Rasgo g/m²/100g/m²	Estouro Kg/m²/100g/m²	Dobras Duplas nº	CCT Valor Kn/m	Esmagamento do anel - N -
A. chinenses	53	78	194	6.730	1,4	3,8	94	2.38	337
Amapá	53	76	245	4.573	1,8	2,6	77	1,92	350
E. deglupta	55	70	215	5.204	1,3	2,6	37	2,33	359
Imbaubarana	55	78	234	5.235	1,1	2,7	5	2,41	373
Gmelina	50	78	210	6.712	1,1	4,0	41	2,39	328
Guariúba	53	70	277	4.506	1,4	2,2	41	1,96	293
Inharé	47	68	325	3.693	1,4	1,5	17	1,41	272
Pau-rainha	50	71	372	2.128	0,8	0,4	1	1,09	193

Quadro 9. Características físico-mecânicas dos cartões fabricados com as pastas cruas de alto rendimento do processo "Kraft" obtido das amostras das madeiras da família Moraceae e de outras espécies tomadas como padrão. Resultados interpolados para 60ºSR. Gramatura 158±1 g/m².

Amostras	Passagens 1ª SRº	Passagens 2ª SRº	Espessura mm	Autoruptura - m -	Rasgo g/cm²/100g/m²	Estouro Kg/m²/100g/m²	Dobras Duplas nº	CCT Valor Kn/m	Esmagamento do anel - N -
A. chinenses	50	64	180	6.762	1,3	4,2	113	1,98	345
Amapá	54	76	250	3.489	0,8	1,1	0	2,11	301
E. deglupta	55	78	222	4.378	1,8	1,5	33	1,91	305
Imbaubarana	52	71	162	5.533	1,9	2,6	76	1,89	304
Gmelina	55	75	203	4.752	0,7	1,7	0	2,11	323
Guariúba	50	68	267	2.895	1,5	0,8	4	1,72	292
Inharé	55	76	318	4.023	2,3	2,4	152	1,91	269
Pau-rainha	52	75	315	3.792	1,4	1,6	7	1,35	250

Quadro 10. Características físico-mecânicas dos cartões fabricados com as pastas clareadas de alto rendimento ao Sultito Neutro das amostras obtidas das madeiras da família Moraceae e de outras espécies tomadas como padrão. Resultados interpolados para 60ºSR. Gramatura 158±1 g/m².

Amostras	Passagens 1ª SRº	2ª SRº	Espessura mm	Autoruptura - m -	Rasgo g/m²/100g/m²	Estouro Kg/m²/10ºS/m²	Dobras Duplas nº
A. chinenses	52	76	209	6.813	2,72	3,8	242
Amapá	47	69	227	4.620	2,84	2,9	82
E. deglupta	53	74	229	5.046	2,50	2,4	41
Imbaubarana	55	72	233	4.968	2,01	2,7	7
Gmelina	49	67	226	5.411	2,58	3,0	66
Guariúba	52	73	228	4.261	2,37	1,9	24
Inharé	54	77	310	3.790	2,81	1,9	32
Pau-rainha	49	70	362	2.470	2,25	0,6	2

Quadro 11. Características físico-mecânicas dos cartões fabricados com as pastas clareadas de alto rendimento do processo "Kraft" obtido das amostras das madeiras da família Moraceae e de outras espécies tomadas como padrão. Resultados interpolados para 60ºSR. Gramatura 158±1 g/m².

Amostras	Passagens 1ª SRº	2ª SRº	Espessura mm	Autoruptura - m -	Rasgo g/cm²/100g/m²	Estouro Kg/m²/100g/m²	Dobras Duplas nº
A. chinenses	46	68	237	5.850	2,5	3,4	281
Amapá	58	78	248	3.048	0,2	0,5	1
E. deglupta	56	70	202	4.404	2,0	1,6	52
Imbaubarana	56	77	227	5.195	2,7	2,7	68
Gmelina	50	74	302	5.643	2,8	3,2	87
Guariúba	50	72	253	2.885	1,4	0,8	1
Inharé	53	75	316	3.940	4,1	2,2	345
Pau-rainha	56	77	301	3.953	1,2	0,6	2

Quadro 12. Resultados da classificação das polpas Semiquímicas ao Sulfito Neutro das madeiras da família Moraceae e das madeiras de comparação.

MADEIRAS	QUANTIDADE RETIDAS NAS PENEIRAS, % - mesh -				
	14	30	50	100	> 100
A. chinenses	9,94	65,49	22,63	1,52	0,42
Amapa	34,54	24,45	23,47	2,70	14,84
E. deglupta	14,04	26,57	28,42	4,80	26,11
Imbaubarana	2,34	34,86	37,88	9,59	21,33
Gmelina	4,71	20,54	34,61	5,61	34,53
Guariúba	5,99	26,57	40,91	4,82	21,71
Inharé	14,98	32,58	34,47	5,03	12,94
Pau-rainha	14,65	20,11	33,85	1,72	29,67

Quadro 13. Resultados da classificação das polpas semiquímicas Kraft das madeiras da família Moraceae e das madeiras de comparação.

MADEIRAS	QUANTIDADE RETIDAS NAS PENEIRAS, % - mesh -				
	14	30	50	100	> 100
A. chinenses	7,19	46,44	28,64	2,44	15,28
Amapá	4,08	23,66	26,98	3,75	41,52
E. deglupta	1,13	14,02	25,76	12,83	46,25
Imbaubarana	1,62	27,06	41,58	4,99	24,74
Gmelina	0,83	16,48	50,85	13,78	18,06
Guariúba	14,75	26,40	31,83	6,08	20,94
Inharé	7,45	37,64	41,95	5,91	7,04
Pau-rainha	17,87	29,67	38,64	3,25	10,64

No que diz respeito ao refino, não existe grandes considerações a fazer a não ser que tanto as polpas do Sulfito Neutro como as Kraft, provenientes das madeiras da família Moraceae, como as das madeiras de comparação, apresentaram graus de refino semelhantes.

As polpas oriundas do processo Sulfito Neutro foram mais sólidas do que as originadas do processo Kraft.

Pelas características físico-mecânicas as polpas essências papeleiras (**A. chinenses**, **E. deglupta** e **Gmelina arborea**) são superiores as pastas Sulfito Neutro e Kraft das madeiras da família Moraceae.

Realce especial deve ser credenciado para as características físico-mecânicas das polpas das espécies Amapá e Imbaubarana, que apresentaram, também, boa performance.

O conceito de que os principais elementos, que causam as ligações das fibras são as fibrilas e as micro-fibrilas, foi estabelecido por Stracham, 1933. Clark (1978), estendeu esse conceito para incluir, em tamanho decrescente, não somente as micro-fibrilas, mas também, "as nanofibrilas" (fibrilas elementar com cerca de 35 mm em diâmetro e cadeias de celulose de diferentes comprimentos.

De modo geral, este conceito significaria que uma polpa originaria de qualquer madeira que tivesse uma maior quantidade de macrofibrilas apresentariam características físico-mecânicas superiores aos daquelas que mostrassem menores teores de restos e resíduos de fibras.

Os resultados da classificação das fibras possibilita a aplicação do conceito acima descrito, nas características físico-mecânicas, tanto das pastas ao Sulfito Neutro, como das pastas Kraft de todas as espécies pesquisadas.

Verifica-se que ele foi observado para o **E. deglupta**, Gmelina, Imbaubarana, nas polpas ao Sulfito Neutro. Sendo, também, verificado, nas polpas Kraft, para as pastas das espécies **E. deglupta**, Amapá, Imbaubarana e Gmelina. Assim sendo, de uma forma abrangente, pode-se generalizar de que as microfibrilas e as nanofibrilas, tiveram, no uso das polpas das madeiras pesquisadas, uma relevância importante na solidez das polpas.

Os resultados que divergem do conceito de Clark (1970) foram os das polpas da madeira **A. chinenses**, que aliás foi a espécie, que apresentou pastas com melhor característica físico-mecânicas.

A explicação para esta divergência estaria relacionada com outras variáveis inerentes as fibras e que intervem nas resistências das polpas, tais como: a capacidade de absorção de água, o comprimento das ligações das pontes de hidrogênio e o inchamento das fibras como explana Clark (1970). Também deve ser levado em consideração para explicar a deformação verificada, nas características físico-mecânicas das polpas **A. chinenses** a própria ação do refino, que segundo Mohlin, 1975, afeta, não somente, a conformação das fibras, mas também, as resistências das ligações entre elas.

A análise dos resultados dos conjuntos dos ensaios realizados sobre as madeiras da família Moraceae permite afiançar que as polpas Kraft e Sulfito Neutro das madeiras Imbaubarana e Amapá seriam condizente a fabricação deste tipo de pasta, catalogando-se, portanto como essência papeleira de reflorestamento.

CONCLUSÕES

Os resultados e as discussões permitem inferir as seguintes conclusões:

- A ocorrência, nas diferentes tipologias florestais, dos indivíduos da família Moraceae pesquisada, na Amazônia ocidental é medíocre.

- Aprioristicamente, seria inexequível que estas espécies pudessem a partir da floresta natural suprir unidades produtoras de polpa.

- Os ensaios silviculturais existentes revelam, que o rendimento por hectare das espécies nativas é baixo e mostram, também, que os das exóticas o Eucalipto teve o melhor desempenho.

- Foram fabricadas polpas semiquímicas das madeiras da família Moraceae e das espécies de comparação sem dificuldades.

- O processo Sulfito Neutro parece ser o mais recomendável para a produção de polpas Semiquímicas, tanto das madeiras da família Moraceae, como das espécies tomadas como padrão.

- O gravame do processo Sulfito Neutro, em relação ao processo Kraft é o maior consumo de energia, que foi para o processo Sulfito Neutro 30% em relação ao processo Kraft.

- Os resultados dos cozimentos mostraram que as polpas Sulfito Neutro e Kraft das madeiras de comparação são superiores aos das espécies da família Moraceae.

- As polpas do Amapá e Imbaubarana apresentaram, também bons resultados, inferior mas compatíveis, com os da madeira de comparação.

- Madeiras mais densas demandaram maior consumo de energia para a fabricação das polpas Semiquímicas do que as madeiras mais leve.

- As polpas produzidas através do processo Sulfito Neutro foram mais claras do que as obtidas por meio do processo Kraft.

- As alvuras iniciais e finais das polpas das espécies de comparação foram superiores aos das pastas das essências da família Moraceae.

- As polpas mais límpidas das madeiras da família Moraceae foram as do Amapá e Imbaubarana.

- As polpas Semiquímicas Kraft e Sulfito Neutro das madeiras da família Moraceae e das espécies de comparação apresentaram graus de refino semelhantes.

- As polpas Semiquímicas das espécies de comparação são mais sólidas do que as pastas das madeiras da família Moraceae.

- As polpas Semiquímicas das madeiras Amapá e Imbaubarana apresentam, também, sólidas características físico-mecânicas não muito inferior ao das madeiras de comparação.

- As microfibrilas e as "nanofibrilas", em abrangência foram responsáveis pela solidez das características físico-mecânicas das polpas Semiquímicas das madeiras pesquisadas.

- A não observância do fenômeno das microfibrilas e "nanofibrilas", nas polpas da madeira **A. chinenses** é atribuído a outras variedades inerente as fibras, bem como, a própria ação do refino.

- Os resultados do conjunto dos ensaios realizados sobre as madeiras da família

Moraceae permite afiançar serem as espécies Amapá e Imbaubarana suscetíveis de fornecerem polpas Semiquímicas Kraft e Sulfito Neutro de boa qualidade e assim podem ser catalogadas, como essências papeleiras para reflorestamento.

SUMMARY

This paper is about experiments related to making semichemical pulps by the Kraft processes and Neutral Semichemical Sulfite N.S.S.C. of the botanical woods MORACEAE family, taking as a comparison wood species utilized by the pulp industry. It describes the distribution of these wood species in the different tiphologies of the Amazon Forest. There are mentioned the botanic nomenclature and the some information about existing silvicultural research. It relates the results attained and the methodology utilized in the making of Semichemical Kraft and N. S. S. C. pulps. It describes the methodology and the results of the clearness of the pulps. It cited the methodology utilized of the strength of the board making of these pulps and shows their results. It discusses the results of all the experiments. Conclusions are made from the results and affirms that the species ***Brosimum*** *and* ***Pourouma*** *can make semichemical pulps Kraft and N. S.S.C., and can be considered species for paper making and reflorestation.*

Referências bibliográficas

Batista, M. P.; Borges, L. F. - 1983. Avaliação do crescimento de quatro espécies exóticas na região do Jari - Pará. **In: III Congresso Latino Americano de Celulose e Papel e XVI Congresso Anual da ABCP - Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel VI P.B.**

Clark, D'A - 1978. Pulp Technology and Treatment for Paper. Miller, cap. 6. op. cit. Clark, J. D'A. 1984 - New Thoughts on Cellulose Bonding. **Tappi** (67). 12.82.83.

ENPAPEL - **1º Encontro Nacional dos Fabricantes de Papel e Celulose - modelo de desenvolvimento do setor de celulose e papel no Brasil para o período de 1985 a 1995.** Comissão Técnica 1. Documento básico, pg. 33.

Mohlin, U. B. - 1983. **Cellulose Fiber Bonding. Part 3. The effect of beating and drying on interfibre bonding.** Svensk Papperstidning. NR. 9. Swedish Paper Journal p. 341.

RADAMBRASIL - 1977. **Levantamento de recursos naturais.** Vol. 15. Folha SB 19, Juruá. **Análise Estatística de Dados.** Anexo pp. 99, 101, 103, 217, 218, 308, 310, 424, 427, 429, 102, 219, 311, 427. Ministério das Minas e Energia, Deptº da Produção Mineral.

---- - 1978a. **Levantamento de recursos naturais.** Vol. 18. Folha S.A. 20. Manaus. IV. **Vegetação, Análise Estatísticas de Dados.** Anexo. pp. 159, 299, 611, 102, 137, 162, 300, 358, 414, 488, 589, 614, 138, 164, 415, 537, 616, 162, 358, 414, 488, 357, 589, 614. Ministério das Minas e Energia, Deptº da Produção Mineral.

---- - 1978b. **Levantamento de Recursos Naturais.** Vol. 16. Folha SC-20 Porto Velho IV. Vegetação. **Analise Estatística de Dados.** Anexo pp. 138, 139, 147, 149, 222,224,333, 334, 377, 378, 379, 388, 389, 439, 442, 444, 596, 598, 696, 699, 700, 802, 803, 139, 149, 224, 334, 389, 435, 598, 659, 803. Ministério das Minas e Energia, Deptº da Pro

dução Mineral.

- - 1978c. **Levantamento de Recursos Naturais.** Vol. 17. Folha SB-20. Purus IV. **Vegetação. Análise Estatística de Dados.** Anexo pp. 138, 141. Ministério das Minas e Energia, Deptº da Produção Mineral.

Strachan, J. B. P. & B. M. A. Tech proc. 6: 139 (1926) and 14: 447 (1933) - op. cit. Clark, J. d'A. - 1984. New thoughts on cellulose bonding. **Tappi** 67(12):82-83.

SUDAM - 1979. **Características silviculturais das espécies nativas e exóticas dos plantios do Centro de Tecnologia Madeireira.** Estação experimental de Curua-Una, pg. 66. SUDAM - Departamento de Recursos Naturais, Ministério do Interior; Faculdade de Ciências Agrárias do Pará; Ministério da Educação e Cultura.

(Aceito para publicação em 27/6/1990)