

ESSÊNCIA PAPELEIRA DE REFLORESTAMENTO – III. O *PINUS OOCARPA* SHIEDE, INTRODUZIDO NA AMAZÔNIA

Resumo

Neste trabalho, é relatada a pesquisa papeleira, sobre amostras de *Pinus oocarpa* Shiede introduzido na Amazônia, tendo como premissa a importância que este resinoso tropical teria, em futuros reflorestamentos papeleiros, na região Amazônica. Inicialmente, processou-se um levantamento bibliográfico, concernente à distribuição geográfica natural desta espécie, sobre os seus plantios artificiais realizados nas regiões tropicais e subtropicais e recolheu-se informações, relativas a resultados das pesquisas silviculturais, sobre ela efetuada. O estudo papeleiro consistiu: da análise química do lenho das duas amostras de *P. oocarpa* com maior e menor tempo de estocagem; da determinação das suas densidades; de pesquisas relativas à classificação e dimensões das fibras de suas pastas; dos ensaios de fabricação de pastas químicas pelos processos Sulfato, Soda-enxofre e Soda-antraquinona; de operações de alvejamentos das pastas químicas cruas, pelos processos C.E.H.H., C.E.D.E.D., D/C, E. D. E. D., C. E. H. D. E. D., C. E/D. E/P. D; do refino e análise das características físico-químicas das pastas cruas e alvejadas. Constatou da pesquisa papeleira a fabricação de pasta semiquímica ao Sulfito Neutro, os branqueamentos dessas pastas pelo processo C.E.H.H.; avaliação das características físico-químicas das pastas cruas e alvejadas; assim como, o estudo de fabricação de pasta mecânica com os seus resultados. Finalmente, inferiu-se que no conjunto dos resultados o *P. oocarpa* é uma alternativa para reflorestamento, com fins papeleiros, na Amazônia brasileira.

INTRODUÇÃO

A indústria brasileira de celulose e seus derivados, que no último decênio teve um desempenho excelente, tende a

Antônio Azevedo Corrêa

crescer ainda mais nos anos futuros, não somente para suprir a demanda interna de uma sociedade em constante ascensão, como também, para complementar parte do mercado internacional, que já apresenta carência substancial desses produtos.

Por outro lado, comparando espacialmente, a expansão da indústria de celulose norte-americana com a brasileira, no decorrer do tempo, nota-se que a indústria de pasta dos Estados Unidos da América, que nos seus primórdios começou na região norte, tem, hoje, a sua maior representatividade nos estados da região sul. No Brasil, talvez, esta expansão se faça de forma inversa. Isto é, a indústria de celulose, que nasceu e se expandiu nas regiões sul e sudeste, caminhará para a região norte, motivada pela oferta de fatores de produção mais abundantes, principalmente, terra. A Companhia do Jari talvez seja um bom indicador desta tendência. Na região norte, então, provavelmente se localizarão as grandes unidades fabris a exemplo do sul dos Estados Unidos da América.

Com esta perspectiva, em termos de matéria-prima, os resinosos tropicais terão uma importância significativa para futuros reflorestamentos papeleiros. A determinação das qualidades das pastas de uma das espécies desse gênero, o *Pinus oocarpa* Shiede, introduzido na Amazônia, é relatado neste trabalho.

O *PINUS OOCARPA* SHIEDE NO MUNDO TROPICAL E NO BRASIL

O *Pinus oocarpa* Shiede tem uma ampla distribuição geográfica na sua área

de ocorrência mundial. É, encontrado, segundo Kemp (1973) no México, Belize, Guatemala, Honduras e Nicarágua, em altitude variando geralmente de 700 a 2.000 metros, com estações secas às vezes severas. Em muitas áreas, onde a espécie ocorre naturalmente, há um período contínuo de até 6 meses com médias de precipitação mensal inferiores a 50 mm.

A partir deste ambiente natural o *Pinus oocarpa* foi trasladado para muitas regiões tropicais com características equivalentes ao seu ecossistema natural. Pode ser plantado no interior dos países tropicais, tanto na Ásia, África e Austrália, desde que seja obedecido a similaridade do seu ecossistema natural e estas regiões não estejam expostas a ventos fortes e ventanias. Obedecendo estas premissas, plantios experimentais de *P. oocarpa* foram estabelecidos, na Malásia, Fiji e Uganda, usando sementes provenientes das Honduras Britânica e Espanhola. O crescimento dos indivíduos jovens foram tão rápido como dos *Pinus caribae*, com um bom fator de forma, superior aos observados nos seus ambientes naturais, onde são comumente quebradiços, encurvados e sinuosos, devido a ação de furações que varrem aquelas áreas. Por outro lado, nas áreas transplantadas os troncos foram mais delgados Lamb (1967).

Groulez (1977), confirma o sucesso do *P. oocarpa*, introduzido na África, precisamente, na República Popular do Congo, dentro das seguintes coordenadas geográficas e condições climáticas: latitude sul 4° a 4°50', longitude leste 11°50' a 15°, pluviometria média 900mm — 1.600mm. A estação mais estável vai de outubro a maio, sendo que esta é marcada por quatro meses ecologicamente estáveis. A temperatura média anual é de 25°C a 26°C com variações fracas; a máxima de 35°C nas estações chuvosas e a mínima de 10°C a 15°C nas estações secas. As diferenças entre as estações concernem a influência costeira, a qualidade dos solos e a

altitude (50m à 70m em "Pointe Noire" 150m — 200m "Loudima", 600mm — 700m em "Brazzaville").

Sob estas condições, os plantios experimentais de *Pinus caribae* e *P. oocarpa* originários de Honduras apresentaram, segundo Groulez (Ibid.), excelentes resultados, com os indivíduos jovens de *P. oocarpa* mostrando uma altura de crescimento equivalente a do *P. caribae*, apresentando, entretanto, um porte delgado e mais flexível. Há um ano e meio de plantio a altura média do ensaio em povoamento foi de 1,50 m na "Pointe-Noire", 1,90m em "Loudima" e 2,20m em "Brazzaville". Nos ensaios com idade compreendida entre três a quatro anos a altura média foi superior a 5m em Brazzaville, 1m a 5m em Loudima 3m a 4m na Pointe-Noire. O estado vegetativo e sanitário foi bom; entretanto, a espécie sofre em consequência da estação seca (Ibid.).

No Brasil, as maiores plantações com *Pinus oocarpa* situam-se nos estados de São Paulo e Minas Gerais, Kageyama et al. (1977). Segundo Ferreira & Kageyama (1977), a estimativa da área plantada com *P. oocarpa* é da ordem de 5.000 ha por ano. A madeira dos povoamentos inicialmente implantados, principalmente, na região de Agudos, no estado de São Paulo, vem sendo, normalmente, utilizada pela indústria de serraria e de aglomerados, conforme Bertolani (1976).

Na Amazônia, o *Pinus oocarpa* foi introduzido na estação experimental de Curuá-Una, a 105 Km da Sede do Município de Santarém, Pará, Brasil, à margem direita do rio Curuá, este, afluente pela margem direita do rio Amazonas, dentro das seguintes coordenadas geográficas: 2°25'S, 54°42' W. O clima nesta área é, marcadamente, tropical úmido, com duas estações bem definidas: a chuvosa e a seca. O período de chuva corresponde aos meses compreendidos entre dezembro e abril. A estação seca inicia no mês de

agosto e tem o seu término no de novembro. A pluviosidade média é, 1.900mm. As temperaturas mínima, média e máxima, são respectivamente, 19°C, 30°C e 35°C; com variação diurna de 5°C a 10°C. A direção dos ventos dominantes é leste para oeste. A umidade relativa é de 80% orvalho à noite, Pedroso (1973).

Os experimentos foram realizados em duas áreas distintas denominadas "Planalto" e "Flanco" (Figuras no. 1 e 2), cujas características, Pedroso (Ibid), assim descreve: "Planalto" — "Terreno plano com altitude de aproximadamente 150 metros acima do nível do rio. Esta área é de solos profundos, de textura pesada (argila) bem drenados, fortemente ácido pH 4,5—5,0 e facilmente penetráveis por raízes e umidade. Rocha mater de origem terciária". "Flanco" — Terreno plano, com altitude de aproximadamente 70 me-

tros acima do nível do rio. Possui solos profundos bem drenados, textura ligeiramente pesada (arenoso transformando-se em argila no sub-solo mais baixo). São solos fortemente ácidos, bem drenados e facilmente penetráveis por raízes e umidade".

As formas e os resultados desses experimentos são mostrados no Quadro no 1.

ESTUDO PAPELEIRO

Duas amostras de *Pinus oocarpa* Shiede originárias da Estação de Curuá-Una, denominadas Pinus Velho e Pinus Novo, foram submetidas à pesquisa papeleira. Esta denominação relaciona-se ao período de estocagem. A primeira amostra (Pinus Velho), permaneceu estocada



Fig. 1. Plantio experimental de *Pinus oocarpa* shiede na Estação Experimental de Curuá-Una. Sítio Planalto. Foto Pedroso, L.M.

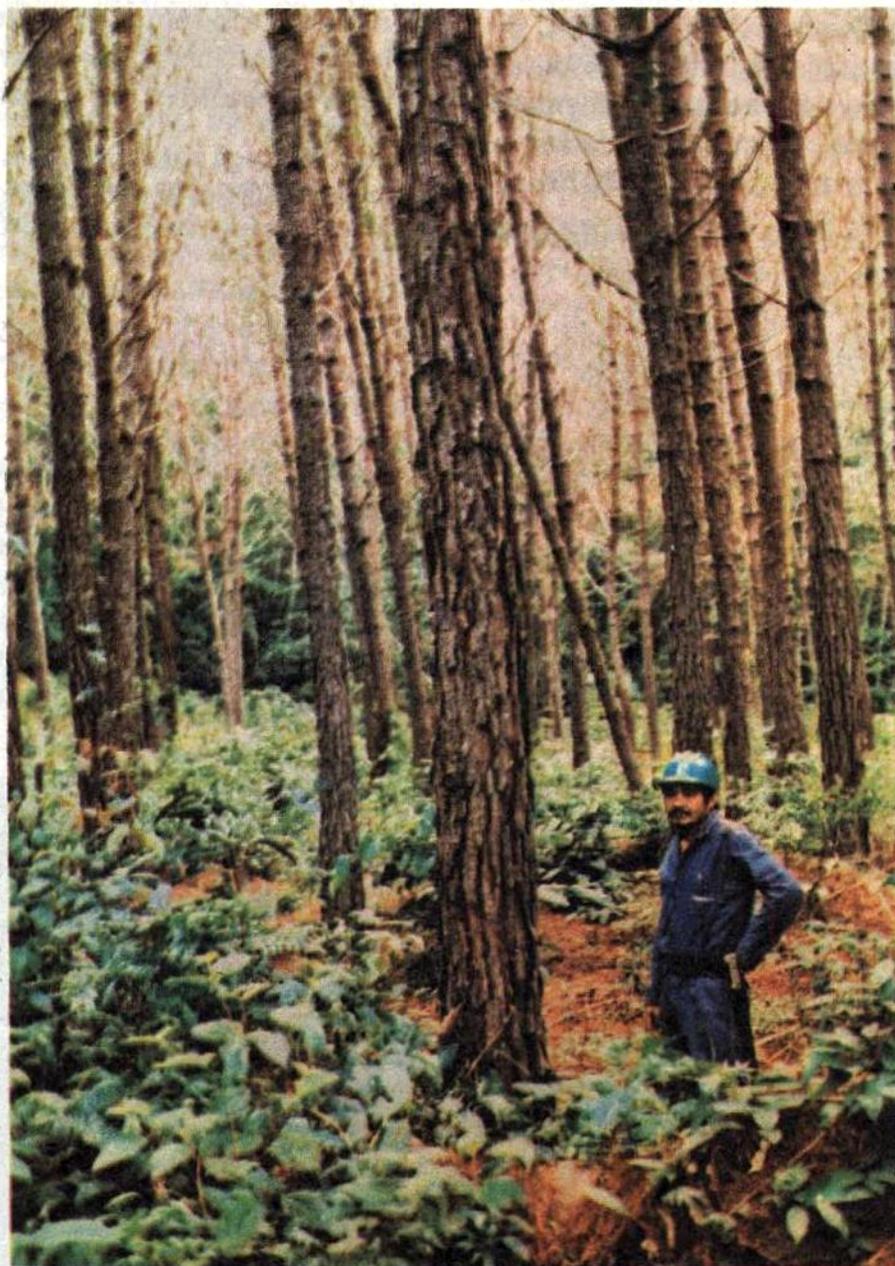


Fig. 2. Plantio experimental de *Pinus oocarpa* shiede na Estação Experimental de Curuá-Una. Sítio Flanco. Foto Pedroso, L.M.

na forma de toras por seis meses e mais seis meses como cavacos. Logicamente, as estocagens tanto na forma de toras como na de cavacos estiveram protegidas das intempéries. Enquanto que, a segunda amostra (*Pinus Novo*), após a sua recep-

ção foi pesquisada sob o ponto de vista papeleiro.

As árvores das quais foram retiradas as toras pertenciam ao plantio da região de "Flanco" e os dados dos experimentos silviculturais são mostrados nos Quadros 2 e 3.

QUADRO Nº 1

Forma e resultados dos plantios experimentais de *Pinus oocarpa* Shiede nas áreas de "Planalto" e "Flanco" na Estação Experimental de Curuá-Una.

Espécie : **Pinus oocarpa**
 Procedência : Curuá-Una
 Área : 0,009 ha
 Nº de árvores : 2
 Espaç. Inicial : 1,00 X 1,00m
 Local : Flanco

Espécie : **Pinus oocarpa**
 Procedência : Curuá-Una
 Área : 0,008 ha
 Nº de árvores : 2
 Espaç. Inicial : 2,50 X 2,50m
 Local : Planalto

	ϕ m	h m	AB m ²	VOL m ³	QF
--	-------------	--------	----------------------	-----------------------	----

Fuste	0,22				5,00
Copa	0,00	11,00			
Total		11,00	8,60		52,06
Comercial		0,00			0,00

	ϕ m	h m	AB m ²	VOL m ³	QF
--	-------------	--------	----------------------	-----------------------	----

Fuste	0,13				3,50
Copa	3,50	5,50			
Total		11,00	3,58		21,63
Comercial		5,50			10,83

Incremento Anual (Estimativa)

AB = 0,57m²/ha/ano ϕ max = 0,25m
 VT = 3,47m³/ha/ano ϕ min = 0,19m
 VC = 0,00
 hT = 0,73m
 hc = 0,00
 % Copa = 100%

Incremento Anual (Estimativa)

AB = 0,24m²/ha/ano ϕ max = 0,15m
 VT = 1,44m³/ha/ano ϕ min = 0,11m
 VC = 0,72m³/ha/ano h max = 13,00m
 hT = 0,73m h min = 9,00m
 hc = 0,37m
 % Copa = 50,00

Avaliação de Parâmetros do DAP

S = 0,04
 CV = 10,28

Avaliação de Parâmetros do DAP

S = 0,03
 CV = 21,76

Coeficiente Silvicultural de Curuá-Una
 0,00

Coeficiente Silvicultural de Curuá-Una
 0,10

Fonte: SUDAM, 1979

QUADRO 2

Dados do Experimento Silvicultural das Árvores do plantio de Flanco de
Pinus Oocarpa Shiede (Pinus Velho).

Área do Experimento	1,47 ha
Data do plantio	Janeiro/1968
Espaçamento inicial	2m X 2m
Tipo de Solo	Argiloso-arenoso (solo de transição)
Diâmetro médio Atual do Experimento	21,0m
Altura média atual do Experimento	16,82m

Dados relativos as cinco árvores amostradas

Nº de Árvore	Altura H (m)	Diâmetro DAP ϕ (cm)
A1	20,7	22
A2	18,2	22
A3	19,0	22
A4	18,0	22
A5	21,0	22

Fonte: PEDROSO, 1979

QUADRO Nº 3

Dados do Experimento Silvicultural das árvores do plantio de Flanco de
Pinus Oocarpa Shiede (Pinus Novo).

Área do Experimento	1,64 ha
Data do Plantio	Janeiro/1968
Espaçamento inicial	2m X 2m

Dados relativos as três árvores amostradas

Nº de Árvore	Altura H (m)	Diâmetro DAP ϕ (cm)
A1	20,50	2,8
A2	20,60	27,5
A3	23,40	29,3

Fonte: PEDROSO, 1980

As toras foram separadas das árvores a partir da região bem inferior do fuste, sendo obtido, no sentido raiz ápice, tronco de 1m de comprimento com alternância de 2m em 2m.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS AMOSTRAS DE PINUS OOCARPA SHIEDE INTRODUZIDO NA AMAZÔNIA

As amostras de *Pinus oocarpa* Shiede foram analisadas seguindo as Normas abaixo especificadas para a determinação das suas composições químicas:

- a) — Solubilidade da madeira em água quente.
M 4/68—A.B.C.P. (Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel)
- b) — Solubilidade da madeira em hidróxido de sódio a 1%
M 5/68—A.B.C.P.

- c) — Solubilidade da madeira em álcool-benzeno
M 6/68—A.B.C.P.
- d) — Lignina na madeira
M 10/71—A.B.C.P.
- e) — Celulose na madeira
Método Kürschner e Hoffer
- f) — Cinza na madeira
TAPPI (Technical Association of the Pulp and Paper Industry)
T — 15-05-58
- g) — Pentosanas na madeira TAPPI —
T — 10m — 50

Os resultados são mostrados no Quadro nº 4.

A estocagem não alterou de forma representativa a composição química do *Pinus oocarpa* Shiede, porque entre as duas amostras, as variações, nos componentes da constituição química, não foram amplas.

QUADRO Nº 4

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS AMOSTRAS DE PINUS OOCARPA SHIEDE, INTRODUZIDO NA AMAZÔNIA

AMOSTRAS	Ext. Com Água Quente %	Ext. Álcool-Benzeno %	Extração Com Soda 1%	Pentosanas %	Lignina %	Celulose %	Cinzas %
PINUS VELHO	1,18	5,09	14,39	9,98	30,51	46,00	0,21
PINUS NOVO	2,01	5,70	16,59	8,81	35,92	45,56	0,19

Por outro lado, os teores apresentados pelos resultados da composição química não diferem, largamente, do mencionado na literatura, salvo o percentual de álcool-benzeno, do **Pinus oocarpa** Shiede introduzido no Congo, cujo estudo papeleiro foi relatado por Tissot, 1969. O percentual da espécie plantada no Congo foi de 2,46%, enquanto que, para o **Pinus oocarpa** introduzido na Amazônia, os valores variaram de 5 a 5,70%. Comparando-se os teores em álcool-benzeno obtidos com os outros existentes na literatura, concernentes a outras espécies de **Pinus** tropicais, tais como: o **Caribaeae** e o **Elliottii**, nota-se, a primeira vista, que o **Pinus oocarpa**, de uma forma geral, apresenta-se mais resinoso do que o **Pinus caribaeae**, porque no levantamento realizado pela F.A.O. (1975), sobre as propriedades papeleiras de espécies de crescimento rápido com amostras oriundas da Jamaica, Malásia, Sabah e Fiji, os teores em álcool-benzeno da espécie **Caribaeae** nunca ultrapassaram 3,5%.

Em contrapartida, relatado pelo mesmo autor, os teores em álcool-benzeno do **Pinus eliottii** da Austrália são semelhantes aos encontrados para o **Pinus oocarpa** introduzido no sudeste e sul do Brasil, cujos teores em álcool-benzeno variaram de 3 à 5,7%, conforme Barrichello et al. (1975).

DENSIDADE, ESTUDO MICROMÉTRICO E CLASSIFICAÇÃO DAS FIBRAS DAS AMOSTRAS DE **PINUS OOCARPA SHIEDE**, INTRODUZIDO NA AMAZÔNIA

A classificação das fibras das amostras foi realizada valendo-se do método T-223-Su-64-TAPPI (Technical Association of the Pulp and Paper Industry), sendo o equipamento o classificador Clark modelo M-46 (Figura nº 3).

Porções de pasta de cada compartimento do classificador foram retiradas ao acaso e tiveram as suas fibras coradas com

safranina. Dessas fibras cem foram mensuradas no comprimento e diâmetro e de dez mediram-se os lúmens, utilizando-se como instrumento de mensuração, um projetor Olympus - 4P - 360 e um microscópio E. Leitz com ocular 10 X, objetiva 43X, fator 3,14. Dos valores obtidos calculou-se o coeficiente de flexibilidade, o índice de enfileiramento, percentagem de fibras retida em cada compartimento, assim como, o comprimento médio das fibras.

As densidades foram determinadas pelo método RC-91-TAPPI.

Os resultados desses estudos são mostrados no Quadro nº 5.

Confrontando-se os valores dos comprimentos detalhados, com os que são citados na literatura, nota-se uma certa similaridade. Assim é que, Palmer & Gibbs (1976), encontraram para o **Pinus oocarpa**, que cresce na montanha de "Pine Ridge", em Belize, um comprimento médio de 3,13 mm. Tissot, (Ibid), assinala para o **Pinus oocarpa** introduzido no Congo uma dimensão longitudinal de 3,720mm Foelkel et al., (1975), acharam para o comprimento médio das fibras do **Pinus oocarpa** introduzido na região de Agudos, em São Paulo, Brasil, com seis, doze e treze anos, comprimentos de 2,60mm, 3,63 mm e 3,80mm, respectivamente.

Similar comparação realizada para os diâmetros revela que as larguras das fibras do **Pinus oocarpa** introduzidos na Amazônia são mais estreitas do que as que foram citadas por diferentes pesquisadores, em ensaios realizados sobre amostras de **Pinus oocarpa** de diferentes regiões do globo. Desta forma, Palmer & Gibbs (Ibid.), indicaram para o diâmetro da fibra deste **Pinus** o valor de 45,8mm. Tissot (Ibid), na sua mensuração encontrou a média da ordem de 48mm. Foelkel et al. (Ibid.), nos seus estudos, assinalaram valores de 42,77mm 47,86mm e 49,06mm, respectivamente.

Confronto semelhante, para a largura da cavidade da célula, mostra que o



Fig. 3. Classificador de fibras Clark modelo M-46 utilizado na classificação das fibras. Foto Saldanha, J.P.

Pinus oocarpa da estação de Curuá-Una possui lumens mais delgados do que os encontrados por Foelkel et al. (Ibid.) na pesquisa já mencionada.

Tanto o coeficiente de flexibilidade como o índice de enfiamento são elevados, correspondendo a fibra bastante plástica, suscetível, portanto de originar papel de boa qualidade.

Marton & Alexander (1963), mostraram, que para a pasta mecânica, a rigidez nas fibras longas originaram folhas bufantes, que em consequência proporcionaram resistência nas propriedades mecânicas, enquanto que as finas propiciam incrementos nas ligações entre fibras, em razão do aumento das suas áreas de contato. As finas, por outro lado, pre-

QUADRO Nº 5

DENSIDADE, ESTUDO MICROMÉTRICO E CLASSIFICAÇÃO DAS FIBRAS DAS AMOSTRAS DE PINUS OCCARPA SHIEDE INTRODUZIDO NA AMAZÔNIA

AMOSTRAS	CARACTERÍSTICAS	PENEIRAS				
		1	2	3	4	
PINUS VELHO	Comprimento das fibras (μ) – L – valores médios	4.627	2.346	1.700	1.427	200
	Largura das fibras (μ) – 1 – valores médios	30	33	28	31	FINAS
	Lúmen das fibras (μ) – C – valores médios	23	31	25	27	
	Coefficiente de flexibilidade C/1X100.	76	93	89	87	
	Índice de enfiamento L/1	154	71	61	46	
	% da fibra em peso	51,54	23,19	10,40	3,23	22,64
	Densidade dos cavacos kg/m ³	370				
	Comprimento médio das fibras (mm).	3,175				
PINUS NOVO	Comprimento das fibras (μ) – L – valores médios	3.452	2.684	1.541	874	200
	Largura das fibras (μ) – 1 – valores médios	34	26	28	23	FINAS
	Lúmen das fibras (μ) – C – Valores médios	23	21	18	18	
	Coefficiente de flexibilidade	68	81	64	78	
	Índice de enfiamento L/1	101	103	55	38	
	% das fibras em peso	61,75	23,10	9,38	2,82	2,95
	Densidade dos cavacos kg/m ³	380				
	Comprimento médio das fibras (mm)	2,992				

encham os espaços vazios, dando mais compactabilidade às folhas e conseqüentemente, maior resistência.

Este conceito, aplicado na micro-metria das fibras das amostras, evidencia a probabilidade das pastas mecânicas apresentarem folhas com resistência mecânica satisfatória, especialmente, as derivadas do *Pinus Velho*, em decorrência de dispor esta amostra de um maior percentual de finas.

As densidades aproximam-se daquelas encontradas por Foelkel (Ibid), para o *Pinus oocarpa* de Agudos, com seis anos de idade.

ENSAIOS DE FABRICAÇÃO DE PASTAS QUÍMICAS

Nos ensaios de fabricação de pasta química foram considerados os processos Sulfato, Soda-Enxofre e Soda-Antraquinona.

O processo Sulfato foi tomado na sua composição clássica, assim especificada:

NaOH	—	60%
Na ₂ S	—	25%
Na ₂ CO ₃	—	15%

No processo Soda-Enxofre o Na₂S (Sulfeto de Sódio) é substituído pelo S (Enxofre) elementar. As pastas originárias deste processo são semelhantes às do procedimento Sulfato. O que as diferencia, em termos analíticos, é a Sulfidez que no processo Soda-Enxofre é inferior a 25% comumente aceita para o processo Sulfato, em padrões clássicos.

O processo Soda-Antraquinona é um novo procedimento, que se caracteriza pela ausência de Enxofre e de seus compostos e pela presença da Antraquinona, em reduzida percentagem, no Hidróxido de Sódio, constituinte do licor de cozimento. Holton (1977), descreveu, pela primeira vez, as novas possibilidades

oferecidas por este aditivo, que seriam basicamente as seguintes:

a) — Redução do tempo de cozimento, da taxa de álcali e aumento no rendimento em pasta, no processo Kraft.

b) — Obtenção de uma pasta química de qualidade comparável a de uma pasta Kraft, pelo cozimento com NaOH (Hidróxido de Sódio), em presença de aditivo.

Tais feitos foram observados, pelo referido autor, utilizando qualidade muito pequena de Antraquinona compreendida entre 0,01 a 1%, em relação ao peso seco do vegetal.

Os estudos subseqüentes, segundo Lachenel e colaboradores (1979), visavam principalmente:

a) — Estimação das vantagens que apresenta a Antraquinona no cozimento Kraft;

b) — Estudo do mecanismo pelo qual a Antraquinona catalisa a deslignificação alcalina.

As toras do *Pinus*, depois de transformadas em hastes com dimensões suficientes para alimentar o picador, foram convertidas em cavacos, através de picador de laboratório Appleton, potência 15HP, 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 correspondentes a 28,57 m m., 19,04 m m. e 4,76 m m. 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 nas malhas das peneiras de 19,04 mm., 4,75 mm. e a quarta constituída de palitos e serragem.

Os cavacos grandes e as lascas foram repicados e agrupados aos cavacos originários das telas de 19,04 mm., e 4,75 mm., de forma que se obteve, no conjunto, cavacos cozidos nas seguintes especificações máximas:

- a) — Comprimento: direção da grã ou longitudinal 30 mm.;
- b) — Espessura: direção radial — 5 mm.;
- c) — Largura: direção tangencial — 50 mm.

Dentro dessas especificações, os cavacos, tanto para obtenção de pasta química, como das semiquímicas, foram cozidos utilizando-se dois cozinhadores: o primeiro, marca "Auximeca" rotativo 1,5 r.p.m., aquecido eletricamente, com duas alternativas para a realização do cozimento. A primeira efetivada no próprio corpo do cozinhador, a segunda, no Digestor onde o aquecimento se faz através de vapor, que atua sobre sete tubos com dois litros de capacidade introduzidos no corpo do mesmo. O segundo, marca "Schmidt" modelo A-11, aquecido eletricamente 1 r.p.m., dez litros de capacidade.

Após as descargas dos cozinhadores, as pastas foram desintegradas, em desintegrador "Allibe" de dezessete litros de capacidade e 1.700 r.p.m. Em seguida, as polpas foram depuradas, utilizando-se um depurador "Brecht Holl" com peneiras de fendas de 0,6mm. Seguido da depuração, as pastas foram enxugadas até uma consistência de 30%, em uma centrífuga de desaguamento marca Rousset, tipo S-A 30 AWZ, com velocidades de 1.800 e 3.600 r.p.m.

Das pastas preparadas determinaram-se o rendimento, n^o Kappa, viscosidade, rejeito e álcali residual.

As condições e os resultados dos ensaios de fabricação de pasta química estão mostrados nos quadros 6 a 8.

Comparando-se os resultados das amostras do Pinus estocado com as do não estocado, em função dos processos empregados na fabricação de pasta química, nota-se que no procedimento Soda-Enxofre, o rendimento do Pinus Velho, foi levemente superior ao do Novo. Em contrapartida, a amostra não estocada mostrou melhor deslignificação. Por outro lado, a quebra da cadeia celulósica foi menor na amostra de Pinus Novo. Assim como foram menores: a taxa de rejeitos e o consumo de álcali.

Com exceção do consumo de reagentes, os demais resultados do cozimento apresentado pelo Pinus Novo, no processo Kraft clássico, foram menores do que os observados na amostra que permaneceu mais tempo estocada.

Em relação ao processo Soda-Antraquinona, a pasta do Pinus estocado apresentou menor rendimento, melhor deslignificação, maior quebra das unidades glutâmicas e menor consumo de álcali do que a amostra sem estocar.

Confrontando, de uma forma abrangente, os resultados dos cozimentos concernentes a obtenção de pasta química, com os que são mencionados na literatura, observa-se para o rendimento em pasta depurada, que os resultados são equivalentes. Isto é confirmado tomando como referência o trabalho de Tissot (Ibid), sobre as características papeleiras de alguns Pinus introduzidos na África e Madagáscar, (República Malgaxe) onde o *Pinus oocarpa* aparece com rendimento em pasta depurada, na ordem de 43,5%, para um índice de KMnO₄ (Permanganato) de 22,7. Palmer & Gibbs (Ibid), na obtenção de pasta química "Kraft" de *Pinus oocarpa*, que cresce na montanha de "Pine Ridge", em Belize, obtiveram

QUADRO Nº 6

CONDIÇÕES E RESULTADOS DOS COZIMENTOS SODA-ENXOFRE DAS AMOSTRAS DE PINUS OCCARPA
SHIEDE INTRODUIDO NA AMAZÔNIA

NaOH %	S %	RELAÇÃO LÍQUIDO/MADEIRA	TEMPO À TEMPERATURA MÁXIMA – min.	TEMPO NA TEMPERATURA MÁXIMA – min.	TEMPERATURA MÁXIMA – °C	PRESSÃO Kg / cm ²
26	2,6	3, 3:1	120	90	170	7 – 8

RESULTADOS

AMOSTRAS	RENDIMENTO %	Nº KAPPA	VISCOSIDADE CRÚ–C.P.	REJEITO %	ÁLCALI RESIDUAL NaOH g/1
PINUS VELHO	46,15	29,3	48,6	0,73	16,58
PINUS NOVO	45,64	26	50,6	0,63	24,06

QUADRO Nº 7

CONDIÇÕES E RESULTADOS DOS COZIMENTOS SULFATO DAS AMOSTRAS DE PINUS OCCARPA SHIEDE
INTRODUZIDO NA AMAZÔNIA

ALCALI ATIVO %	SULFIDEZ %	RELAÇÃO LÍQUIDO/ MADEIRA	TEMPO A TEMPERATURA MÁXIMA – min.	TEMPO NA TEMPERATURA MÁXIMA – min.	TEMPERATURA MÁXIMA – °C	PRESSÃO Kg/cm ²
21	26	3,3 : 1	90	80	170	7 – 8

RESULTADOS

AMOSTRAS	RENDIMENTO %	Nº KAPPA	VISCOSIDADE CRÚ – C. P.	REJEITO %	ÁLCALI RESIDUAL NaOH g/1
PINUS VELHO	42,0	23,6	47,5	0,72	10,23
PINUS NOVO	42,8	22,5	50,2	0,35 .	6,39

QUADRO Nº 8

CONDIÇÕES E RESULTADOS DOS COZIMENTOS SODA-ANTRAQUINONA DAS AMOSTRAS DE
PINUS OCCARPA SHIEDE INTRODUIDO NA AMAZÔNIA

ANTRAQUINONA %	NaOH %	RELAÇÃO LÍQUIDO/ MADEIRA	TEMPO À TEMPERATURA MÁXIMA – min.	TEMPO NA TEMPERATURA MÁXIMA – min.	TEMPERATURA MÁXIMA – °C	PRESSÃO kg / cm ²
1,28	19,5	3,3 : 1	120	90	170	7 – 8

RESULTADOS

AMOSTRAS	RENDIMENTO %	Nº KAPPA	VISCOSIDADE CRÚ–C.P.	REJEITO %	ÁLCALI RESIDUAL NaOH g/1
PINUS VELHO	40,35	20	47,7	0,98	8,82
PINUS NOVO	41,0	22,2	49,8	1,07	11,93

rendimentos depurados e graus de deslignificação como mostrado no quadro

abaixo. Estes exemplos são redundantes para mostrar equivalência.

QUADRO No. 9

RENDIMENTO E No. KAPPA DE **PINUS OOCARPA** QUE CRESCE NA MONTANHA DE PINE RIDGE EM BELIZE

RENDIMENTO %	No. KAPPA
43,9	28,8
40,3	33,5
37,4	25,4
38,8	19,4

Fonte: Palmer e Gibbs, (1976)

ALVEJAMENTOS DAS PASTAS CRUAS

Os ensaios de branqueamentos visaram conhecer o comportamento das pastas químicas cruas, frente aos processos de alvejamentos clássicos e utilizados em escala industrial, assim como frente aos alvejamentos que ainda não têm uma aplicação industrial efetiva.

Nas experiências foram retidos os procedimentos de branqueamentos com as seguintes fases: C.E.H.H, C.E.D.E.D., D/C.E.D.E.D.; C.E.H.D.E.D., C.E/P. D. E/P. D.

Em relação ao arcabouço metodológico, no que diz respeito as primeiras fases dos alvejamentos, foram empregadas a alta e a baixa densidade. Nas clorações a alta densidade, o cloro é injetado na forma de gás na pasta com consistência variando de 20 a 35%, até a formação total das cloroligninas, caracterizada pela mudança da cor na pasta, de escura para amarelo claro.

O cálculo do cloro ativo total aplicado nos alvejamentos foi realizado utilizando-se a equação: cloro ativo total $0,319 \times$ No. Kappa, estabelecida por

Zvinakevicius (1979). Nos procedimentos C.E.H.H. e C.E.D.E.D. após deduzir-se o cloro gasto na cloração a gás à alta consistência, aplicou-se o excedente de cloro ativo, na taxa de 75% na primeira e 25% na segunda Hipocloração ou Dioxidação respectivamente. No processo C.E.H.D.E.D., a aplicação do cloro ativo foi observada, segundo a metodologia estabelecida pelos pesquisadores acima mencionados, a saber: após a cloração a gás e processada a subtração, o restante do cloro ativo projetado foi aplicado através das seguintes equações:

- 2o. estágio - $0,225 \times$ (No. Kappa após o estágio precedente)
- 3o. estágio - $0,75 \times$ (cloro total - E cloro nos estágios anteriores)
- 4o. estágio - $0,25 \times$ (cloro total - E cloro nos dois primeiros estágios contendo cloro)

Os processos D/C. E.D.E.D. e C.E/P.D.E/P.D, cujas clorações foram realizadas, convencionalmente, com água de cloro e a baixa consistência, tiveram os seus

percentuais de cloro ativo, na cloração, estabelecidos pela resolução da equação: Cloro ativo = $1,02 + 0,102$ (No. Kappa); parâmetro este definido pelos autores já mencionados. Nos demais estágios oxidantes, a introdução do cloro ativo correspondeu às cifras estabelecidas por Zvinakevicius & et al (Ibid.), para alvejamentos com três seqüências oxidantes, isto é, 75% na primeira dioxidação e 25% na segunda, após a dedução do cloro ativo demandado na cloração.

Nas extrações alcalinas não oxidantes a introdução do NaOH seguiu os parâmetros aconselhados pelos pesquisadores referidos, relatado na seguinte seqüência: primeira extração NaOH = $1,36 + 0,031$ No. Kappa. Segunda extração alcalina NaOH = 0,5%.

As extrações oxidantes observaram a mesma metodologia das extrações alcalinas normais, sendo que o oxidante introduzido, H_2O_2 , foi na ordem de $19 \pm 1\%$ do total de soda requerido pelos parâmetros estabelecidos.

As condições e os resultados destes ensaios são mostrados nos quadros nºs 9 a 13.

O consumo de alvejantes das pastas originárias das duas amostras de *Pinus oocarpa* Shiede variaram, como era esperado, em função do índice de deslignificação. Desta forma, com exceção do cozimento a Soda-Antraquinona, as pastas oriundas dos cavacos com maior tempo de estocagem demandaram maior consumo de agentes oxidantes.

Em relação aos resultados, os teores de alvejantes aplicados, decorrentes das quantidades fixadas pelas equações, fez com que se estabelecesse uma equivalência muito próxima, em termos de produto final, entre as pastas oriundas das duas amostras de *Pinus*.

Entre os processos de fabricação de pasta, o que exigiu maior consumo de cloro foi o procedimento Soda-Enxofre, em decorrência do mesmo ter sido realizado com sulfidez bastante baixa, sendo coro-

lário que a taxa de deslignificação aumenta com a Sulfidez. A mesma comparação realizada, entre o processo Sulfato e Soda-Antraquinona, evidencia o maior consumo para o processo Kraft. A justificativa pode estar no efeito da Antraquinona sobre a taxa de deslignificação, cujos mecanismos não são ainda bem conhecidos.

Confrontando os resultados dos diferentes alvejamentos versus processos de cozimentos, faz-se referência, que as melhores alvuras ficaram para as pastas oriundas do processo Soda-Enxofre. Esta vantagem foi consequência de uma maior degradação, da celulose alvejada, referendada por uma menor viscosidade.

Comparando-se as alvuras e as viscosidades das pastas ao Sulfato e Soda-Antraquinona, verifica-se uma superioridade em graus de brancura das pastas fabricadas pelo processo Sulfato e alvejadas pelos diferentes procedimentos de branqueamento. Entretanto, as polpas branqueadas Soda-Antraquinona mostram-se mais cozidas apresentando viscosidade mais elevadas.

Comparando-se os dispêndios de cloro entre os processos de alvejamentos, verifica-se que o processo mais poupador de cloro foi o C.E.H.H. O segundo menor consumo correspondeu ao procedimento C.E.H.D.E.D., logicamente, devido a presença do Hipoclorito. Os processos que mais dispensaram cloro foram os D/C.E.D.E.D. e C.E/P.D.E/P.D.

O consumo de Soda nos alvejamentos seguiram a mesma seqüência da demanda de cloro. Nos processos onde o Hipoclorito tomou parte exigiram porcentagens menores de Soda do que nos procedimentos a bases, somente, de Dióxido. Dentro de uma seqüência crescente de consumo os processos podem ser assim catalogados:

- C. E. H. H.
- C. E. H. D. E. D.
- C. E. D. E. D.
- C. E/P. D. E/P. D.
- D/C. E. D. E. D.

QUADRO Nº 09

CONDIÇÕES E RESULTADOS DOS ALVEJAMENTOS — C.E.H.H. — DAS PASTAS CRUAS DOS DIFERENTES COZIMENTOS DAS AMOSTRAS DE PINUS OOCARPA SHIEDE INTRODUZIDO NA AMAZÔNIA

CONDIÇÕES																	
FASES																	
AMOSTRAS	PROCESSOS DE COZIMENTO	C				E				H				H			
		CLORO ATIVO APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	SODA APLICADA %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	CLORO ATIVO APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	CLORO ATIVO APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.
PINUS NOVO	Soda-Enxofre	4,52	> 30	ambiente	5	2,17	5	60	90	2,82	5	40	3600	0,94	5	40	3600
	Sulfato	3,57	3,5	ambiente	30	2,06	12	60	90	2,78	12	40	3600	0,93	12	40	3600
	Soda-Antraquinona	4,43	> 30	ambiente	5	2,05	5	60	90	1,99	5	40	3600	0,66	5	40	3600
	Monosulfito	9,60	3,5	ambiente	30	4,80	12	60	90	7,20	12	40	3600	2,40	12	40	3600
RESULTADOS																	
PINUS NOVO	PROCESSOS DE COZIMENTO	CLORO ATIVO CONSUMIDO %		NaOH CONSUMIDO %		CLORO ATIVO CONSUMIDO %		CLORO ATIVO CONSUMIDO %		ALVURA OGE		ESTABILIDADE DA ALVURA %		VISCOSIDADE C.P.			
	Soda-Enxofre	4,52		1,78		2,04		0,26		90		96,6		12,1			
	Sulfato	3,43		1,53		2,77		0,74		89		96,6		12,4			
	Soda-Antraquinona	4,43		1,95		1,82		0,56		89		96,6		14,3			
	Monosulfito	9,40		4,21		7,16		2,38		70		97,4		-			
CONDIÇÕES																	
FASES																	
AMOSTRAS	PROCESSOS DE COZIMENTO	C				E				H				H			
		CLORO ATIVO APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	SODA APLICADA %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	CLORO ATIVO APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	CLORO ATIVO APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.
PINUS VELHO	Soda-Enxofre	4,58	> 30	ambiente	5	2,27	5	60	90	2,90	5	40	3600	0,97	5	40	3600
	Sulfato	3,57	3,5	ambiente	30	2,09	12	60	90	2,97	12	40	3600	0,99	12	40	3600
	Soda-Antraquinona	3,54	> 30	ambiente	5	1,98	5	60	90	2,11	5	40	3600	0,70	5	40	3600
	Monosulfito	9,99	3,5	ambiente	30	4,99	12	60	90	7,49	12	40	3600	2,50	12	40	3600
RESULTADOS																	
PINUS VELHO	PROCESSOS DE COZIMENTO	CLORO ATIVO CONSUMIDO %		NaOH CONSUMIDO %		CLORO ATIVO CONSUMIDO %		CLORO ATIVO CONSUMIDO %		ALVURA OGE		ESTABILIDADE DA ALVURA %		VISCOSIDADE C.P.			
	Soda-Enxofre	4,58		1,84		2,80		0,34		89		97,7		12,8			
	Sulfato	3,55		1,65		2,95		0,90		88,5		96		12,1			
	Soda-Antraquinona	3,54		1,60		1,65		0,34		89,0		97,2		12,1			
	Monosulfito	7,68		4,23		7,7		2,47		77		97,4		n dissolveu			

QUADRO Nº 10

CONDIÇÕES E RESULTADOS DOS ALVEJAMENTOS — C.E.D.E.D. — DAS PASTAS CRUAS DOS DIFERENTES COZIMENTOS DAS AMOSTRAS DE PINUS OCCARPA SHIEDE INTRODUZIDO NA AMAZÔNIA

CONDICÕES																					
AMOSTRAS	PROCESSOS DE COZIMENTO	FASES																			
		C				E				D				E				D			
		CLORO ATIVO APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	NaOH APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	CLORO ATIVO APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	NaOH APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	CLORO ATIVO APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.
PINUS NOVO	Soda-Enxofre	4,52	> 30	ambiente	5	2,17	5	60	90	2,82	5	70	210	0,50	5	60	90	0,94	5	70	210
	Sulfato	3,45	3,5	ambiente	30	2,06	12	60	90	2,78	12	70	210	0,50	12	60	90	0,93	12	70	210
	Soda-Antraquinona	4,52	> 30	ambiente	5	2,05	5	60	90	1,99	5	70	210	0,50	5	60	90	0,94	5	70	210
	RESULTADOS																				
PROCESSOS DE COZIMENTO		CLORO ATIVO CONSUMIDO %	NaOH CONSUMIDO %	CLORO ATIVO CONSUMIDO %	NaOH CONSUMIDO %	CLORO ATIVO CONSUMIDO %	NaOH CONSUMIDO %	CLORO ATIVO CONSUMIDO %	NaOH CONSUMIDO %	ALVURA OGE	ESTABILIDADE DA ALVURA %	VISCOSIDADE C.P.									
Soda-Enxofre		4,52	1,78	2,82	0,30	0,90	90	97,2	17,0												
Sulfato		3,43	1,53	2,78	0,42	0,93	88	96,6	26,2												
Soda-Antraquinona		4,43	1,95	1,99	0,30	0,66	90	96,0	22,7												
CONDICÕES																					
AMOSTRAS	PROCESSOS DE COZIMENTO	FASES																			
		C				E				D				E				D			
		CLORO ATIVO APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	NaOH APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	CLORO ATIVO APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	NaOH APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	CLORO ATIVO APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.
PINUS VELHO	Soda-Enxofre	5,48	> 30	ambiente	5	2,27	5	60	90	2,90	5	70	210	0,50	5	60	90	0,97	5	70	210
	Sulfato	3,57	3,5	ambiente	30	2,09	12	60	90	2,97	12	70	210	0,50	12	60	90	0,99	12	70	210
	Soda-Antraquinona	3,54	> 30	ambiente	5	1,98	5	60	90	2,11	5	70	210	0,50	5	60	90	0,70	5	70	210
	RESULTADOS																				
PROCESSOS DE COZIMENTO		CLORO ATIVO CONSUMIDO %	NaOH CONSUMIDO %	CLORO ATIVO CONSUMIDO %	NaOH CONSUMIDO %	CLORO ATIVO CONSUMIDO %	NaOH CONSUMIDO %	CLORO ATIVO CONSUMIDO %	NaOH CONSUMIDO %	ALVURA OGE	ESTABILIDADE DA ALVURA %	VISCOSIDADE C.P.									
Soda-Enxofre		5,48	1,84	2,89	0,33	0,94	90	96,6	17,2												
Sulfato		3,55	1,65	2,97	0,31	0,99	87	97,2	26,2												
Soda-Antraquinona		3,54	1,60	2,11	0,26	0,66	90	96,6	17,2												

QUADRO Nº 11

CONDIÇÕES E RESULTADOS DOS ALVEJAMENTOS — C.E.H.D.E.D. — DAS PASTAS CRUAS DOS DIFERENTES COZIMENTOS DAS AMOSTRAS DO PINUS OOCARPA SHIEDE INTRODUIDO NA AMAZÔNIA

CONDIÇÕES																									
AMOSTRAS	PROCESSOS DE COZIMENTO	FASES																							
		C				E				H				D				E				D			
		CLORO ATIVO APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	NaOH APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	CLORO ATIVO APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	CLORO ATIVO APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	NaOH APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	CLORO ATIVO APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.
	Soda-Enxofre	4,52	> 30	ambiente	5	2,17	5	60	90	0,85	5	40	120	1,50	5	70	210	0,50	5	60	90	0,73	5	70	210
	Sulfato	3,45	3,5	30	30	2,06	12	60	90	1,73	12	40	120	1,16	12	70	210	0,50	12	60	90	0,50	12	70	210
	Soda-Antraquinona	4,43	> 30	ambiente	5	2,05	5	60	90	1,11	3	40	120	1,50	5	70	210	0,50	5	60	90	0,39	5	70	210
RESULTADOS																									
PINUS NOVO	PROCESSOS DE COZIMENTO	CLORO ATIVO CONSUMIDO %	NaOH CONSUMIDO %	CLORO ATIVO CONSUMIDO %	CLORO ATIVO CONSUMIDO %	NaOH CONSUMIDO %	CLORO ATIVO CONSUMIDO %	ALVURA OGE	ESTABILIDADE DA ALVURA %	VISCOSIDADE C.P.															
	Soda-Enxofre	4,52	1,78	0,84	1,50	0,27	0,65	91	96,6	20,1															
	Sulfato	3,43	1,53	1,70	1,50	0,28	0,50	90	96,6	21,6															
	Soda-Antraquinona	4,43	1,95	1,10	1,13	0,22	0,33	89,5	96,1	16,6															
CONDIÇÕES																									
AMOSTRAS	PROCESSOS DE COZIMENTO	FASES																							
		C				E				H				D				E				D			
		CLORO ATIVO APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	NaOH APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	CLORO ATIVO APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	CLORO ATIVO APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	NaOH APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	CLORO ATIVO APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.
	Soda-Enxofre	5,48	> 30	ambiente	5	2,27	5	60	90	1,28	5	40	120	1,94	5	70	210	0,50	5	60	90	0,65	5	70	210
	Sulfato	3,55	3,5	30	30	2,09	12	60	90	2,20	12	40	120	1,32	12	70	210	0,50	12	60	90	0,44	12	70	210
	Soda-Antraquinona	3,54	> 30	ambiente	5	1,98	5	60	90	1,30	5	40	120	1,14	5	70	210	0,50	5	60	90	0,38	5	70	210
RESULTADOS																									
PINUS VELHO	PROCESSOS DE COZIMENTO	CLORO ATIVO CONSUMIDO %	NaOH CONSUMIDO %	CLORO ATIVO CONSUMIDO %	CLORO ATIVO CONSUMIDO %	NaOH CONSUMIDO %	CLORO ATIVO CONSUMIDO %	ALVURA OGE	ESTABILIDADE DA ALVURA %	VISCOSIDADE C.P.															
	Soda-Enxofre	5,48	1,84	1,27	1,86	0,27	0,57	90,5	96,1	29,3															
	Sulfato	3,55	1,65	2,18	1,32	0,27	0,42	90	96,6	20,4															
	Soda-Antraquinona	3,54	1,60	1,15	1,08	0,30	0,30	90	96,1	20,7															

QUADRO Nº 12

CONDIÇÕES E RESULTADOS DOS ALVEJAMENTOS — D/C.E.D.E.D. — DAS PASTAS CRUAS DOS DIFERENTES COZIMENTOS DAS AMOSTRAS DE *PINUS OCCARPA SHIEDE* INTRODUZIDO NA AMAZÔNIA

CONDICÕES																					
F A S E S																					
AMOSTRAS	PROCESSOS DE COZIMENTO	D/C				E				D				E				D			
		CLORO ATIVO APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	NaOH APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	CLORO ATIVO APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	NaOH APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	CLORO ATIVO APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.
PINUS NOVO	Soda-Enxofre	3,82	3,5	ambiente	30	2,17	12	60	90	3,34	12	70	210	0,50	12	60	90	1,11	12	70	210
	Sulfato	3,45	3,5	ambiente	30	2,06	12	60	90	2,79	12	70	210	0,50	12	60	90	0,93	12	70	210
	Soda-Antraquinona	3,42	3,5	ambiente	30	2,05	12	60	90	2,75	12	70	210	0,50	12	60	90	0,92	12	70	210
R E S U L T A D O S																					
PINUS NOVO	PROCESSOS DE COZIMENTO	CLORO ATIVO CONSUMIDO %		NaOH CONSUMIDO %		CLORO ATIVO CONSUMIDO %		NaOH CONSUMIDO %		CLORO ATIVO CONSUMIDO %		ALVURA OGE		ESTABILIDADE DA ALVURA		VISCOSIDADE C. P.					
	Soda-Enxofre	3,79		1,75		3,34		0,45		1,11		79		96,2		24,8					
	Sulfato	3,43		1,74		2,79		0,41		0,93		88		97,2		21,2					
	Soda-Antraquinona	3,15		1,60		2,75		0,47		0,92		82		97,6		28,7					
CONDICÕES																					
F A S E S																					
AMOSTRAS	PROCESSOS DE COZIMENTO	D/C				E				D				E				D			
		CLORO ATIVO APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	NaOH APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	CLORO ATIVO APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	NaOH APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	CLORO ATIVO APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.
PINUS VELHO	Soda-Enxofre	4,18	3,5	ambiente	30	2,27	12	60	90	3,87	12	70	210	0,50	12	70	210	1,29	12	70	210
	Sulfato	3,57	3,5	ambiente	30	2,09	12	60	90	2,39	12	70	210	0,50	12	70	210	0,99	12	70	210
	Soda-Antraquinona	3,17	3	ambiente	30	1,98	12	60	90	2,97	12	70	210	0,50	12	70	210	0,80	12	70	210
R E S U L T A D O S																					
PINUS VELHO	PROCESSOS DE COZIMENTO	CLORO ATIVO CONSUMIDO %		NaOH CONSUMIDO %		CLORO ATIVO CONSUMIDO %		NaOH CONSUMIDO %		CLORO ATIVO CONSUMIDO %		ALVURA OGE		ESTABILIDADE DA ALVURA		VISCOSIDADE C. P.					
	Soda-Enxofre	4,16		1,74		3,87		0,42		1,29		88		95,2		24,0					
	Sulfato	3,55		1,50		2,97		0,43		0,99		89		96,1		22,1					
	Soda-Antraquinona	3,15		1,65		2,39		0,48		0,80		80,5		95,2		26,5					

QUADRO Nº 13

CONDIÇÕES E RESULTADOS DOS ALVEJAMENTOS — C.E/P.D.E/P.D — DAS PASTAS CRUAS DOS DIFERENTES COZIMENTOS DAS AMOSTRAS DE *PINUS OOCARPA SHIEDE* INTRODUZIDO NA AMAZÔNIA

CONDIÇÕES																								
AMOSTRAS	PROCESSOS DE COZIMENTO	F A S E S																						
		C				E/P					D					E/P					D			
		CLORO ATIVO APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	NaOH APLICADO %	H ₂ O ₂ APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	CLORO ATIVO APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	NaOH APLICADO %	H ₂ O ₂ APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	CLORO ATIVO APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	
Soda-Enxofre	3,82	3,5	ambiente	30	2,17	1,81	12	60	90	3,34	12	70	210	0,50	0,25	12	60	90	1,11	12	70	210		
Sulfato	3,45	3,5	ambiente	30	2,00	1,53	12	60	90	2,78	12	70	210	0,50	0,25	12	60	90	0,92	12	70	210		
Soda-Antraquinona	3,42	3,5	ambiente	30	2,05	1,57	12	60	90	2,75	12	70	210	0,50	0,25	12	60	90	0,93	12	70	219		
R E S U L T A D O S																								
PINUS NOVO	PROCESSOS DE COZIMENTO	CLORO ATIVO CONSUMIDO %	NaOH CONSUMIDO %	H ₂ O ₂ CONSUMIDO %	CLORO ATIVO CONSUMIDO %	NaOH CONSUMIDO %	H ₂ O ₂ CONSUMIDO %	CLORO ATIVO CONSUMIDO %	NaOH CONSUMIDO %	H ₂ O ₂ CONSUMIDO %	CLORO ATIVO CONSUMIDO %	ALVURA OGE	ESTABILIDADE DA ALVURA %	VISCOSIDADE C.P.										
Soda-Enxofre		3,80	1,81	0,50	3,34	0,46	0,21	1,10	82	95,7	24,8													
Sulfato		3,43	1,57	0,50	2,78	0,43	0,24	0,93	89	96,6	22,7													
Soda-Antraquinona		3,40	1,53	0,50	2,75	0,45	0,20	0,92	85	97,1	29,9													
CONDIÇÕES																								
AMOSTRAS	PROCESSOS DE COZIMENTO	F A S E S																						
		C				E/P					D					E/P					D			
		CLORO ATIVO APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	NaOH APLICADO %	H ₂ O ₂ APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	CLORO ATIVO APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	NaOH APLICADO %	H ₂ O ₂ APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	CLORO ATIVO APLICADO %	CONSISTÊNCIA %	TEMPERATURA °C	TEMPO min.	
Soda-Enxofre	4,18	3,5	ambiente	30	2,26	1,80	12	60	90	3,87	12	70	210	0,50	0,25	12	60	90	1,29	12	70	210		
Sulfato	3,57	3,5	ambiente	30	2,09	1,82	12	60	90	2,97	12	70	210	0,50	0,25	12	60	90	0,99	12	70	210		
Soda-Antraquinona	3,17	3,5	ambiente	30	1,98	1,71	12	60	90	2,39	12	70	210	0,50	0,25	12	60	90	0,80	12	70	210		
R E S U L T A D O S																								
PINUS NOVO	PROCESSOS DE COZIMENTO	CLORO ATIVO CONSUMIDO %	NaOH CONSUMIDO %	H ₂ O ₂ CONSUMIDO %	CLORO ATIVO CONSUMIDO %	NaOH CONSUMIDO %	H ₂ O ₂ CONSUMIDO %	CLORO ATIVO CONSUMIDO %	NaOH CONSUMIDO %	H ₂ O ₂ CONSUMIDO %	CLORO ATIVO CONSUMIDO %	ALVURA OGE	ESTABILIDADE DA ALVURA %	VISCOSIDADE C.P.										
Soda-Enxofre		4,16	1,80	0,50	3,87	0,45	0,11	1,27	90	96,6	23,0													
Sulfato		3,55	1,82	0,50	2,97	0,44	0,16	0,99	89	97,7	24,5													
Soda-Antraquinona		3,15	1,71	0,50	2,39	0,46	0,20	0,80	85,5	97,6	26,8													

A maior alvura foi devida ao alveijamento em seis fases. Entretanto, o que surpreende são os resultados das alvuras dos alveijamentos D/C.E.D.E.D. e C.E/P. D.E/P. D. terem sido menores do que os branqueamentos onde o Hipoclorito participou. Esta constatação, à luz dos conhecimentos atuais, constitui uma anomalia. A sua explicação pode estar relacionada aos efeitos do cloro gasoso aplicado na cloração a alta consistência, que poderia promover uma melhor purificação nesta fase, do que na Cloração a baixa consistência, mesmo, as custas de uma maior degradação da celulose. Esta seria a explicação mais plausível sobre as melhores alvuras conseguidas nos alveijamentos, onde o Hipoclorito participou.

No que dizem respeito as reversões, houve uma ligeira superioridade nas estabilidades das pastas ou alveijamentos com Dióxido, do que nos realizados parcialmente ou totalmente com Hipoclorito, decorrência natural da ação do mesmo.

As pastas alvejadas que apresentaram menores viscosidades foram as oriundas do alveijamento a Hipoclorito ou onde este alvejante entrou como participante em uma fase. A consequência destes resultados é de que as pastas branqueadas por estes procedimentos estão mais degradadas do que as pastas alvejadas com Dióxido. A constatação deste fato anula as vantagens comparativas do alveijamento C.E.H.H. sobre os branqueamentos com Dióxido, concernentes as alvuras e reversões.

REFINO E ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO- MECÂNICAS DAS PASTAS CRUAS E ALVEJADAS

As pastas cruas foram refinadas em refinadores "Bauer", "Holandesa" e "Jokro", enquanto que, as celuloses alvejadas foram refinadas, somente, em moimho "Bauer".

Os refinamentos nos três equipamentos foram assim conduzidos:

a) — "Bauer" — 16g de pasta seca a uma concentração de 0,2%, submetida a uma potência de 3,72 Kw com circulação forçada e área de contato de 38 divisões no equipamento. Foram realizadas passagens sucessivas (o máximo três), até atingir o grau de refino desejado.

b) — "Holandesa" — 200g de pasta seca com uma consistência de 1%. A massa foi inicialmente desintegrada no próprio equipamento (operação realizada com os discos separados) por 30 minutos, adicionando-se em seguida a carga correspondente a 7.735g, unindo-se, em seguida, os discos. Quatro pontos de refino foram obtidos com intervalo de 35min.

c) — "Jokro" — 16g de pasta seca levada a uma consistência de 6% com cinco pontos de refino, dos quais o primeiro ponto zero (pasta bruta), cobrindo uma escala $^{\circ}\text{SR}$ que foi de 11°SR até 63°SR .

Das pastas refinadas cruas e alvejadas foram feitas folhas de ensaios, em formadores "Rapid Khoten", com dois aquecedores; $60 \pm \text{g/m}^2$, calculada segundo a norma P 6/70 A.B.C.P. Estas folhas foram condicionadas de acordo com a norma P 4/70 — A.B.C.P. e após o acondicionamento foram realizados os ensaios físico-mecânicos abaixo especificados:

a) — Resistência à tração de papel e papelão — P 7/70 — A.B.C.P.

b) — Resistência ao estouro (Müllen) do papel e papelão — P 8/71 — A.B.C.P.

c) — Resistência à dobras-duplas — T-423-68-Tappi.

d) — Resistência ao rasgo do papel — P 9/65 — A.B.C.P.

e) — Porosidade do papel e cartão — P 11/73—A.B.C.P.

f) — Determinação da alvura do papel e cartão — P 16/73 — A.B.C.P.

g) — Determinação da maciez do papel P 29/71 — A.B.C.P.

Os resultados estão indicados nos Quadros nºs 14 e 15.

QUADRO Nº 14

CARACTERÍSTICAS DAS RESISTÊNCIAS DAS PASTAS QUÍMICAS CRUAS DAS AMOSTRAS DE PINUS, OOCARPA SHIEDE INTRODUZIDO NA AMAZÔNIA PROVENIENTE DOS DIFERENTES COZIMENTOS. RESULTADOS INTERPOLADOS PARA 45°SR.

AMOSTRAS	PROCESSOS DE COZIMENTOS	EQUIPAMENTO	AUTORUPTURA - m -	RASGO g/cm ² / 100g/m ²	ESTOURO Kg/cm ² / 100g/m ²	DOBRAS DUPLAS nº	POROSIDADE s/50cm ³	LISURA s/100cm ³	MACIEZ s/100cm ³	ALONGAMENTO %
PINUS NOVO	SODA-ENXO FRE.	JOKRO	4.467	84	1,6	13	> 1.800	18,9	32,6	1,6
		BAUER	4.045	86	1,8	33	39,2	19,9	32,3	1,3
		HOLANDESA	1.844	20	0,0	0	13,8	25,7	39,0	0,6
	SULFATO	JOKRO	6.751	83	3,3	151	12,1	25,8	29,3	1,7
		BAUER	5.618	107	3,2	288	> 1.800	21,5	27,4	1,4
		HOLANDESA	2.432	42	0,0	3	24,7	24,0	39,4	1,1
	SODA-ANTRA QUINONA.	JOKRO	5.210	50	2,9	42	> 1.800	18,5	38,2	1,5
		BAUER	3.706	84	1,7	25	> 1.800	30,6	35,9	1,1
		HOLANDESA	1.794	29	0,0	0	9,8	16,8	41,9	0,6
PINUS VELHO	SODA-ENXO FRE.	JOKRO	4.857	66	2,3	36	33,7	19,9	24,6	1,2
		BAUER	4.029	93	1,6	57	499,3	20,9	38,1	1,5
		HOLANDESA	2.169	26	0,0	1	7,6	18,0	41,7	0,7
	SULFATO	JOKRO	6.155	75	2,8	143	8,1	21,9	27,2	1,7
		BAUER	5.434	126	2,7	153	161,2	22,3	28,8	1,6
		HOLANDESA	2.738	42	0,0	2	17,5	28,3	42,8	1,1
	SODA-ANTRA QUINONA.	JOKRO	3.857	46	0,3	6	396,3	19,7	26,5	0,8
		BAUER	3.850	80	0,8	17	> 1.800	36,8	53,3	1,1
		HOLANDESA	1.552	28	0,0	0	6,1	13,3	41,0	0,5

QUADRO Nº 15

CARACTERÍSTICAS DAS RESISTÊNCIAS FÍSICO-MECÂNICAS DAS PASTAS QUÍMICAS ALVEJADAS DAS AMOSTRAS DE PINUS OCCARPA SHIEDE INTRODUZIDO NA AMAZÔNIA PROVENIENTE DOS DIFERENTES COZIMENTOS E ALVEJAMENTOS, REFINADAS EM MOINHO BAUER COM RESULTADOS INTERPOLADOS A 45°SR.

AMOSTRAS	PROCESSOS DE COZIMENTOS	PROCESSOS DE ALVEJAMENTOS	AUTORUPTURA - m -	RASGO g/cm ² / 100g/m ²	ESTOURO Kg/cm ² / 100g/m ²	DOBRAS DUPLAS nº	POROSIDADE s / 100cm ³	LISURA s / 50cm ³	MACIEZ s / 100cm ³	ALONGAMENTO %
PINUS NOVO	SODA-ENXO FRE.	C.E.H.H.	4.402	91	1,4	55	57,9	15,9	30	1,2
		C.E.D.E.D.	4.256	97	1,2	24	110,8	19,2	32,8	1,2
		C.E.H.D.E.D.	4.513	104	1,2	27	164,2	18,8	27,9	1,4
		D/C.E.D.E.D.	5.220	123	3,2	269	> 1800	23,8	25,4	1,4
		C.E/P.D.E/P.D.	5.936	97	3,0	509	> 1800	20,7	26,1	1,5
	SULFATO	C.E.H.H.	4.756	82	1,9	50	58,2	19,7	22,1	1,3
		C.E.D.E.D.	4.906	107	2,7	290	85,3	40,7	28,0	1,5
		C.E.H.D.E.D.	4.707	114	2,2	136	153,8	28,4	29,3	1,5
		D/C.E.D.E.D.	4.927	109	2,5	161	> 1800	69,3	30,0	1,6
		C.E/P.D.E/P.D.	5.630	101	2,7	298	105,4	33,8	26,3	1,0
	SODA-ANTRA QUINONA.	C.E.H.H.	4.631	80	1,3	29	33,8	19,3	31,8	1,6
		C.E.D.E.D.	3.993	84	1,0	29	150,9	18,9	25,7	1,3
		C.E.H.D.E.D.	4.142	87	1,2	30	67,7	24,8	29,5	1,3
		D/C.E.D.E.D.	6.135	107	3,9	415	140,4	24,2	28,8	1,4
		C.E/P.D.E/P.D.	6.373	103	4,3	442	470,3	20,8	28,7	1,5
PINUS VELHO	SODA-ENXO FRE.	C.E.H.H.	4.103	69	1,3	17	> 1800	22,3	26,8	1,5
		C.E.D.E.D.	4.612	102	2,0	98	82,8	23,1	39,2	1,5
		C.E.H.D.E.D.	4.545	94	1,7	79	31,4	17,1	28,0	1,5
		D/C.E.D.E.D.	4.775	120	2,8	177	> 1800	18,0	20,8	1,5
		C.E/P.D.E/P.D.	4.755	131	2,0	217	46,6	20,8	26,1	1,5
	SULFATO	C.E.H.H.	4.092	93	1,2	38	49,1	18,7	29,3	1,2
		C.E.D.E.D.	4.639	130	2,2	170	43,0	17,7	27,3	1,2
		C.E.H.D.E.D.	4.777	116	1,9	138	68,4	28,9	23,6	1,4
		D/C.E.D.E.D.	4.610	117	2,4	159	43,8	19,7	23,8	1,5
		C.E/P.D.E/P.D.	4.834	131	2,4	206	199,5	18,9	26,0	1,4
	SODA-ANTRA QUINONA.	C.E.H.H.	3.720	80	1,1	19	> 1800	20,0	32,8	1,2
		C.E.D.E.D.	4.221	98	1,5	45	36,4	21,3	24,9	1,2
		C.E.H.D.E.D.	3.977	98	0,8	29	14,0	15,2	34,6	1,2
		D/C.E.D.E.D.	4.686	120	2,2	178	> 1800	17,2	27,3	1,3
		C.E/P.D.E/P.D.	4.652	109	1,8	120	59,4	22,1	25,9	1,3

Em relação as patas cruas, confrontando as duas amostras de Pinus, nota-se que as propriedades mecânicas das pastas, originárias da amostra de Pinus sem estocagem, apresentaram melhores resistências, enquanto que, nas propriedades físicas: porosidade, lisura e maciez, as celuloses originárias das duas amostras foram equivalentes.

A comparação realizada a nível de tratamento da madeira, evidencia que as pastas químicas produzidas a partir do processo Sulfato foram mais resistentes; enquanto que, as polpas mais fracas derivaram do processo Soda-Antraquinona.

Como foi observado para as pastas cruas, as características físico-mecânicas das polpas alvejadas, provenientes da amostra de Pinus com o menor tempo de estocagem, foram mais resistentes do que as características das pastas branqueadas com o tempo de estocagem mais longo.

Em relação aos processos de alveamento, as características mecânicas das pastas branqueadas foram coerentes com os resultados das viscosidades. Desta forma, as pastas que apresentaram maiores viscosidades, geralmente corresponderam aos alveamentos com o Dióxido, foram mais resistentes do que as pastas alvejadas, unicamente, com fases de Hipoclorito. Cabe realçar, o alveamento misto C.E.H.D.E.D., onde o Hipoclorito foi componente de uma fase ao lado do Dióxido, neste branqueamento, em termos das características físico-mecânicas de suas pastas, a sua posição entre os demais alveamentos pode ser considerada intermediária, situando-se, algumas de suas propriedades físico-mecânicas em faixas superiores as características das pastas alvejadas pelo processo C.E.D.E.D. mas, sempre inferiores aos procedimentos C.E/P.D.E/P.D e D/C.E.D.E.D.

Os resultados das características físico-mecânicas das pastas cruas das amostras do *Pinus oocarpa* introduzido na Amazônia, de modo abrangente, assemelham-se a do *Pinus oocarpa*, da região de

Agudos, no estado de São Paulo, pesquisado por Foelkel et al (1975). Entretanto estas características, tanto das pastas cruas como das polpas alvejadas, foram inferiores a do *Pinus oocarpa*, que cresce na montanha de "Pine Ridge", "Belize", pesquisados por Palmer & Gibbs (1976).

FABRICAÇÃO DE PASTA SEMIQUÍMICA AO SULFITO NEUTRO

No processo ao Sulfito Neutro os cavacos são cozidos na presença de um licor constituído de uma mistura de Sulfito e Carbonato de sódio. Este processo remove parcialmente a lignina. É menos drástico do que o processo Kraft e produz pasta de alto rendimento e baixa qualidade. As polpas dele originadas são preferencialmente utilizadas na fabricação de papelão corrugado médio.

Os cavacos utilizados na fabricação de pasta semiquímica ao Sulfito Neutro não sofreram nenhum tratamento especial e as suas dimensões foram equivalentes a dos cavacos utilizados na fabricação de pasta química.

Concluídos os cozimentos cujas condições e resultados são mostrados no Quadro nº 16, as pastas sofreram uma desintegração em um refinador de laboratório "Sprout-Waldron de 12", acionado por um motor de 40 Hp, com abertura dos discos de 0,961 mm. Após, as pastas sofreram um desfibramento no mesmo equipamento, com afastamento entre os discos de 0,1mm. Em seguida, as polpas foram lavadas, desaguadas de forma equivalente ao realizado com as pastas químicas e acondicionadas em sacos de polietileno, sendo posteriormente determinados o rendimento, nº Kappa, Na_2SO_3 residual e alcalinidade.

Os resultados apresentados são perfeitamente compatíveis com os que são relatados, normalmente, na literatura para as pastas de coníferas de alto rendimento ao Sulfito Neutro. As pastas da amostra do Pinus com o menor tempo de estoca-

QUADRO No. 16

CONDIÇÕES E RESULTADOS DOS COZIMENTOS MONOSSULFITO NEUTRO DAS AMOSTRAS DE
PINUS OOCARPA SHIEDE, INTRODUZIDO NA AMAZÔNIA

Na ₂ SO ₃ %	Na ₂ CO ₃ %	Relação Líquida Total/Madeira Seca	Tempo à Temperatura Intermediária. min.	Tempo na Temperatura Intermediária min.	Temperatura Intermediária °C	Tempo à Temperatura Máxima min.	Tempo na Temperatura Máxima min.	Temperatura Máxima °C
24	8	4,5 : 1	55	60	110	65	180	165

RESULTADOS

AMOSTRAS	RENDIMENTO %	No. KAPPA	Na ₂ SO ₃ g/l	ALCALINIDADE
Pinus Velho	67,79	62,62	22,9	7,3
Pinus Novo	74,83	60,2	23,4	7,7

QUADRO Nº 17

CONDIÇÕES E RESULTADOS DO BRANQUEAMENTO C.E.H.H. DAS PASTAS AO MONOSSULFITO NEUTRO DAS AMOSTRAS DE *PINUS OOCARPA SHIEDE*, INTRODUZIDO NA AMAZÔNIA

C O N D I Ç Õ E S						
PINUS NOVO	C		E		H	
	CLORO ATIVO APLICADO %		NaOH APLICADO %		CLORO ATIVO APLICADO %	
	9,60		4,80		7,20	
R E S U L T A D O S						
PINUS NOVO	CLORO ATIVO CONSUMIDO %	NaOH CONSUMIDO %	CLORO ATIVO CONSUMIDO %	CLORO ATIVO CONSUMIDO %	ALVURA-PHOTOVOLT °Ge	ESTABILIDADE DA ALVURA %
	9,40	4,21	7,16	2,38	76	97.4
C O N D I Ç Õ E S						
PINUS VELHO	C		E		H	
	CLORO ATIVO APLICADO %		NaOH APLICADO %		CLORO ATIVO APLICADO %	
	9,99		4,99		7,49	
PINUS VELHO	CLORO ATIVO CONSUMIDO %	NaOH CONSUMIDO %	CLORO ATIVO CONSUMIDO %	CLORO ATIVO CONSUMIDO %	ALVURA-PHOTOVOLT °GE	ESTABILIDADE DA ALVURA %
	9,40	4,23	7,47	2,47	77	97,4

QUADRO No. 18

CARACTERÍSTICAS DAS PASTAS CRUAS E ALVEJADAS: OBTIDAS PELO PROCESSO SULFITO NEUTRO,
DAS AMOSTRAS DE PINUS OOCARPA SHIEDE INTRODUZIDO NA AMAZÔNIA. RESULTADOS
INTERPOLADOS PARA 60°SR.

AMOSTRA	Autoruptura - m -	Rasgo ² g/cm ² /100g/m	Estouro ² kg/cm ² /100g/m	Dobras Duplas nº	Porosidade s / 100cm ²	Lisura s / 50cm ³	Maciez s / 100cm ³	Alongamento %
Pinus Novo	CELULOSE CRUA							
	4.113	179	1,9	274	591,2	13,0	28,7	1,1
	CELULOSE ALVEJADA							
	3.760	149	1,5	238	115,8	7,6	17,3	0,9
Pinus Velho	CELULOSE CRUA							
	4.022	168	0,7	228	15,4	36,6	44,3	1,0
	CELULOSE ALVEJADA							
	3.677	123	0,5	116	13,5	18,0	21,3	0,8

QUADRO No. 19

CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DOS CARTÕES ONDULADOS FABRICADOS COM AS PASTAS
CRUAS DE ALTO RENDIMENTO AO SULFITO NEUTRO DAS AMOSTRAS DE PINUS OCCARPA SHIEDE
INTRODUZIDO NA AMAZÔNIA – RESULTADOS INTERPOLADO PARA 60°SR GRAMATURA $158 \pm 1 \text{ g/m}^2$

AMOSTRAS	ESPESSURA mm	ESMAGAMENTO DO ANEL N	C. MT – VALOR N
Pinus Novo	255	291	278
Pinus Velho	240	253	248

QUADRO No. 20

QUALIDADE FÍSICO-MECÂNICAS DOS PAPÉIS FABRICADOS DE PASTA MECÂNICA DAS AMOSTRAS DE PINUS OCCARPA, INTRODUZIDO NA AMAZÔNIA. GRAMATURA $116 \pm g/m^2$ REFINO A 61 E 77°SR RESPECTIVAMENTE

AMOSTRA	Autoruptura - M -	Rasgo g/cm ² /100g/m ²	Estouro kg/100g/m ²	Dobras Duplas No.	Porosidade s/100 cm ³	Lisura s/50cm ³	Maciez s/50cm ³	Alongamento %
Pinus Novo	640	15	- 0 -	- 0 -	< 2	3,5	28,9	0,3
Pinus Velho	1.097	20	- 0 -	- 0 -	3,4	5,7	35,64	0,7

gem mostraram resultados melhores do que as polpas resultantes da amostra com o maior tempo, como aliás era de se esperar.

BRANQUEAMENTO DAS PASTAS AO MONOSSULFITO

Foi realizado um branqueamento tipo C.E.H.H. sobre as pastas cruas obtidas dos cozimentos ao Monossulfito Neutro.

A metodologia empregada foi a mesma utilizada no branqueamento das pastas químicas alcalinas.

Os resultados e as condições destes ensaios estão evidenciados no Quadro nº 17.

Levando em consideração a pouca utilidade prática de alvejamento sobre pastas semiquímicas ao Monossulfito e outras pastas de alto rendimento, por seus altos consumos de reagentes, os resultados, comparativamente, as duas amostras do Pinus, seja na demanda por reagentes ou nas alvuras e suas estabilidades, foram semelhantes.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÂNICAS DAS PASTAS CRUAS E ALVEJADAS DOS COZIMENTOS AO SULFITO NEUTRO

As pastas semiquímicas cruas e alvejadas, resultantes dos cozimentos ao Sulfito Neutro, foram refinadas em moinho Bauer, com os resultados interpolados para 60°SR.

A maneira equivalente aos procedimentos utilizados nas pastas alcalinas obtiveram-se folhas de ensaios de 60 ± 4 g/m² e 158 ± 1 g/m², para serem utilizadas nos testes de resistência dos papéis e na avaliação da resistência do cartão corrugado, respectivamente.

Os testes de resistência dos papéis foram efetuados, segundo as normas da A.B.C.P., de modo equivalente ao realiza-

do na avaliação das resistências dos papéis oriundos das pastas químicas alcalinas. Enquanto que na estimação das resistências do cartão corrugado, foram utilizados o procedimento C.M.T. (Concra Medium Test) e o método T 472-54-68. Este concerne ao esmagamento do anel.

Os resultados estão indicados nos quadros nºs 18 e 19.

Os resultados das características físico-mecânicas das pastas semiquímicas cruas e alvejadas obtidas pelo processo Sulfito Neutro concernentes as duas amostras de **Pinus oocarpa** confirmaram o que foi observado para as pastas químicas alcalinas: uma superioridade relativa das pastas oriundas da amostra com o menor período de estocagem. Entre as características físico-mecânicas, diferença bem significativa foi observada no índice de estouro, cujos papéis provenientes da amostra do Pinus Novo, chegou a ser 60% maior do que as oriundas do Pinus Velho.

Inferência equivalente pode ser considerada para as propriedades dos cartões, cujos valores do C.M.T. e da resistência do esmagamento do anel foram maiores para o Pinus com tempo restrito de estocagem do que o de armazenamento prolongado.

Confrontando, abruptamente, estes resultados com os veiculados da literatura relativos aos Pinus tropicais e intertropicais, pode-se postular uma semelhança, na qualidade das pastas semiquímicas ao Sulfito Neutro, destes, com o **Pinus oocarpa** introduzido na Amazônia. Isto pode ser observado no trabalho de Tissot, (1968) e F.A.O. (1975).

FABRICAÇÃO DE PASTA MECÂNICA

É bem conhecido o uso de Pinus na fabricação de pasta mecânica. Schafer (1960), relata que todos os Pinus da América do Norte, em que concerne as resistências das suas pastas, são exequíveis de

produzirem pasta mecânica de boa qualidade. Entretanto, pondera que em razão do maior conteúdo de extrativos no *Pinus*, estes apresentam um inconveniente, proporcionado pelo depósito de resina no circuito de fabricação, o que não acontece, por exemplo, com as pastas mecânicas fabricadas a partir dos gêneros *Picea* e *Tsuga*.

Tendo como referências estas informações, realizou-se ensaio de fabricação de pasta mecânica do *Pinus oocarpa*, introduzido na Amazônia, utilizando um refinador Sprout-Waldron de Laboratório de 12" (Figura nº 4).

Analiticamente observou-se a seguinte metodologia: os cavacos, com as mesmas dimensões dos utilizados nos ensaios de fabricação de pasta química e semiquímica, foram embebidos em água

por 24 horas. Após, fabricou-se a pasta mecânica, através de refinador Sprout-Waldron 12" com duas passagens dos cavacos no refinador. A primeira passagem deu-se com a abertura dos discos em 0,6mm, obtendo-se a madeira parcialmente desfibrada. Na segunda, o afastamento foi de 0,1mm, obtendo-se a pasta mecânica. Esta foi diluída a uma consistência de 2,5% e refinada em moinho "Bauer", em condições idênticas ao utilizado no refino das pastas químicas e semiquímicas, a um grau de refino superior a 50°SR. Os resultados são mostrados no Quadro nº 19.

Comparando as características dos papéis fabricados da pasta mecânica proveniente das duas amostras do *Pinus oocarpa*, verifica-se uma superioridade dos papéis da pasta mecânica, oriundos da amostra com tempo maior de estocagem.

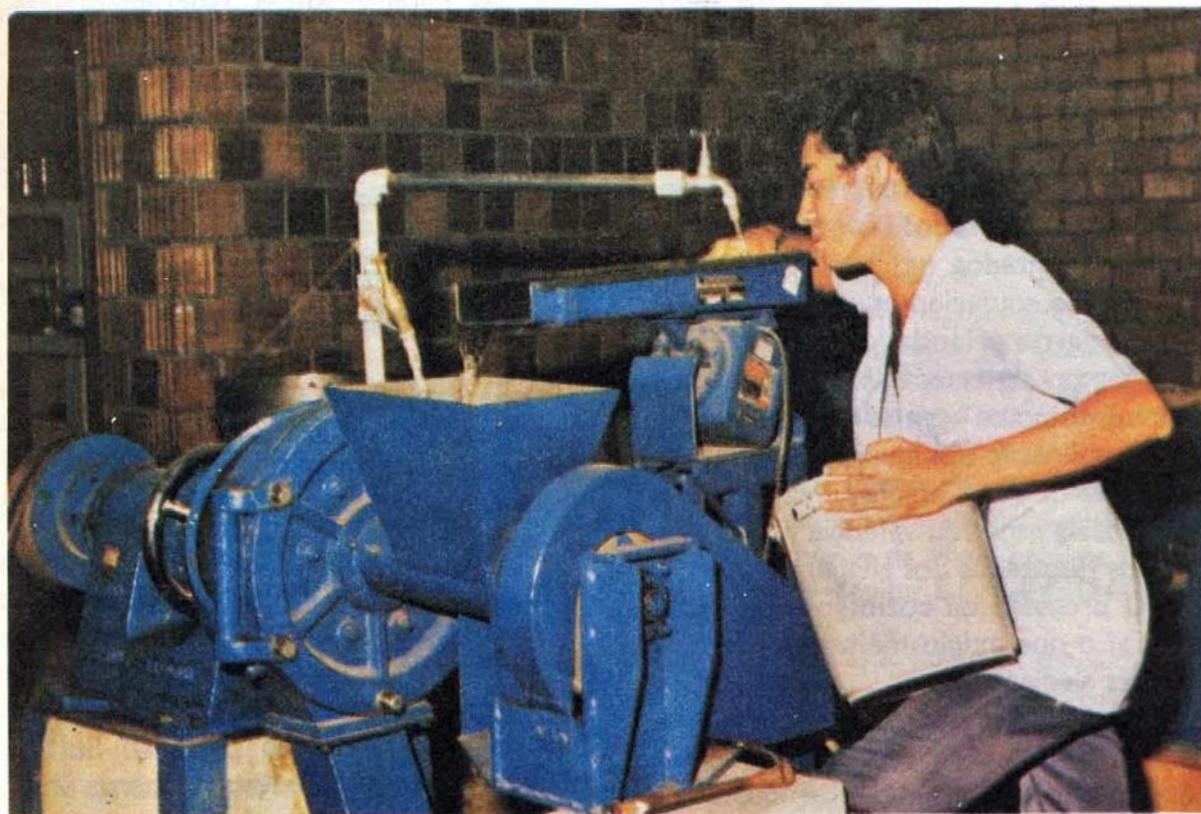


Fig. 4. Sprout-waldron de laboratório, empregado na fabricação de pasta mecânica e desfibramento de polpa de alto rendimento. Foto Saldanha, J.P.

CONCLUSÕES

A estocagem não alterou de forma representativa a composição química do *Pinus oocarpa* Shiede.

A composição química desta espécie introduzida na Amazônia não difere em grandes proporções, dos resultados mencionados na literatura para esta e outras espécies de *Pinus* tropicais.

Existe similaridade do comprimento da fibra do *Pinus oocarpa* pesquisado, com os que são mencionados na literatura.

As fibras do *Pinus oocarpa* aclimatado na Amazônia são mais estreitas do que as que são citadas por diferentes pesquisadores, em ensaios realizados sobre amostras, em diferentes regiões do globo.

O coeficiente de flexibilidade e o índice de enfileiramento caracterizam as fibras do *Pinus oocarpa* como plástica.

Os resultados dos ensaios de fabricação das pastas químicas mostraram que as pastas fabricadas, com amostras de *Pinus oocarpa* sem estocagem, foram superiores ao da amostra estocada.

Confrontando-se os resultados dos rendimentos depurados encontrados, com os que são citados na literatura, observa-se que são equivalentes.

As pastas oriundas dos cavacos com maior tempo de estocagem demandaram maior consumo de agentes oxidantes.

A aplicação dos alvejantes, estabelecidos a partir das equações, fez com que estabelecesse uma equivalência muito próxima nos resultados dos alvejamentos.

O processo de cozimento Soda-Enxofre foi o que exigiu maior consumo de reagentes alvejantes.

As melhores alvuras, em todos os alvejamentos, foram das pastas do processo Soda-Enxofre, conseguidas a custo de uma maior degradação da celulose alvejada.

As alvuras das pastas alvejadas do processo Sulfato foram maiores do que as polpas do processo Soda-Antraquinona.

Em compensação as pastas alvejadas do processo Soda-Antraquinona foram superiores na viscosidade.

Os processos de branqueamento com uma fase de Hipoclorito foram os que consumiram menos reagentes.

As maiores alvuras foram as dos alvejamentos com seis fases.

As alvuras das pastas alvejadas com Dióxido foram mais estáveis do que as branqueadas parcialmente ou totalmente com Hipoclorito.

As pastas alvejadas totalmente ou parcialmente com Hipoclorito apresentaram menores viscosidades do que as polpas branqueadas com dióxido.

As características físico-mecânicas das pastas cruas e alvejadas das amostras *Pinus oocarpa* sem estocagem foram superiores as da amostra com estocagem.

As pastas do processo Sulfato foram mais resistentes.

As características físico-mecânicas das polpas alvejadas com Dióxido foram maiores do que as branqueadas, total ou parcialmente, com Hipoclorito.

Os resultados dos cozimentos ao Monossulfito conferiram as pastas obtidas padrões de equivalência aos que são, normalmente, mencionados na literatura, para as pastas de alto rendimento de confêras.

O alveamento da pasta Monossulfítica foi caracterizado pelo alto consumo de reagentes.

Houve uma superioridade nas características físico-mecânicas dos papéis e cartões das pastas semiquímicas cruas e alvejadas, oriundas da amostra de *Pinus*, com menor tempo de estocagem.

Existe uma semelhança nos resultados das qualidades da pasta ao Sulfito neutro da amostra de *Pinus oocarpa* Shiede introduzido na Amazônia, com aqueles que são relatados na literatura, concernentes a *Pinus* tropicais e intertropicais.

As características físico-mecânicas dos papéis da pasta mecânica proveniente

do *Pinus Novo* foram superiores as do *Pinus Velho*.

Pelo conjunto dos resultados, o *Pinus oocarpa* caracteriza-se como uma espécie papaleira de reflorestamento para a Amazônia brasileira.

Summary

The characteristics of *Pinus oocarpa* Shiede were examined to evaluate its suitability as a pulpwood for use in future reforestation programs in the Amazon region.

The existing literature was reviewed to determine its natural geographic distribution and the success of previous introductions and silviculture experiments in tropical and subtropical areas.

The study of pulpwood characteristics consisted of: 1) — the chemical analyses of two *Pinus oocarpa* wood samples, which had been stored for different lengths of time; 2) — the determination of their densities; 3) — classification of their pulp fibers according to dimensions; 4) — pulping assays chemical pulps by sulfate, soda-sulfur and soda-antraquinone processes; 5) — the testing of several bleaching processes including C.E.H.H., C.E.D.E.D., D/C, E.D.E.D., C.E.H.D.E.D., and C. E/P. D. E/P. D; 6) — an analysis of the physico-mechanical properties of unbleached and bleached pulps.

Production of semichemical pulps by the neutral sulphite semichemical pulping was also investigated. The unbleached pulps were bleached using the C.E.H.H. process. The physico-mechanical characteristics of the unbleached and bleached pulps were examined.

The results indicated that *Pinus oocarpa* Shiede produces pulps and groundwood suitable for paper production and thus should be considered for use in future reforestation programs in the Amazon region.

Referências bibliográficas

Barrichelo, L.E.G.; Foelkel, C.E.D.; Tamezawa, J.; Brito, J.O.—1975. Variação da densidade básica e composição química de madeira de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* em função da idade. *O Papel*, 36: 110—112.

Bertolani, F.— 1976. Comunicação pessoal. Cit. Kageyama, P. Y.; Vencousky, R.; Ferreira, M.; Nicolielo, N. In: Variação genética entre procedência de *Pinus oocarpa* Shiede na região de Agudos S.P. *IPEF*, (14): 77—120

FAO — 1975. Pulping and papermaking properties of fastgrowing plantation wood species. p.291—341, p.318,344,384.

Ferreira, M. & Kageyama, P.Y.—1977. Programme for genetic improvement of populations of *Pinus oocarpa* Shiede in Brazil by the IPEF. In: Iufro W. P.S. S202 — 08 — S2 — 03 — 01. Workshop. Op. Cit. Kageyama, P.Y.; Vencousky, R.; Ferreira, M.; Nicolielo, N. In: Variação genética entre procedência de *Pinus oocarpa* Shiede na região de Agudos S.P. *IPEF*, (14): 77—120.

Foelkel, C.E.B.; Barrichelo, L.E.G.; Amaral, A.C.B. do; Valle, C. F. do. — 1975. Variações das características da madeira e propriedades da celulose sulfato de *Pinus oocarpa* em função da idade do povoamento florestal. In: Edição especial Tecnologia de Celulose e Papel. *IPEF*, (10): 81—87.

Groulez, J.—1977. Premiers resultats des essais d'acclimatation de resineux tropicaux au Congo — Brazzaville. In: FAO — World Symposium on man-made forest and their importance. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Documents, v. 3, p. 1466—1469.

Holton, H. H.; Capman, F. L. — 1977. Kraft pulping with anthraquinone. Op. cit. Lachenal, D.; Cloudens, C. de; Monzie, P. In: Cuisson Soude-Anthraquinone 1^{ere} cas des bois Feuillus. *Revue A.T.I.P.* (33): 5, 213—220.

Kageyama, P.Y.; Vencousky, R.; Ferreira, M.; Nicolielo, N. — 1977. Variação genética entre procedências de *Pinus oocarpa* Shiede na região de Agudos S.P. *IPEF*, (14) 77 — 120.

Kemp, R.H. — 1973. Status of the C.F.I. International Provenance trial of *Pinus oocarpa* Shiede. In: Burley, J.; Nikless, D. G. eds. Tropical Provenance and Progeny Research and International Cooperation. Oxford, Commonwealth Forestry Institute. V. 1, p. 76—82. Op. Cit. Kageyama, P. Y.; Vencousky, R.; Ferreira, M.; Nicolielo, N. In: Variação genética entre procedências de *Pinus oocarpa* Shiede na Região de Agudos S.P. *IPEF*, (14): 77—120.

- Lachenal, D.; Choudens, C. de; Monzie, P. — 1977. Cuisson Soude-Anthraquinone pères des bois Feuillus. *Revue A.T.I.P.* (33): 5,213-220.
- Lamb, A.F.A.—1967. Choice of pines for lowland tropical sites. *FAO—World Symposium on Man-Made Forests and their Importance*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Documents. V.2, p.1013-1029.
- Marton, R. & Alexander, S.D. — 1963. Properties of fiber fractions from chemical and mechanical pulps. *Tappi*, 46(2): 65-70.
- Palmer, E. R. & Gibbs, L. A. — 1979. **Pulping characteristics of *Pinus oocarpa* grown on mountain Pine Ridge, Belize**. Tropical Products Institute. L-44. 17p., appendix.
- Pedroso, L.M.— 1973. Informações sobre o atual comportamento de espécies exóticas na região do Médio Amazonas. *Brasil Florestal*, 16: 64-68.
- 1979. Correspondência de 8/2/1979. Santarém, Brasil. 2p.
- 1980. Correspondência de 21/7/80. Santarém, Brasil. 1p.
- Schafer, E. R. — 1960. III Effect of condition and kind of wood on groundwood pulp quality. In: Johnson, E. H. — **Mechanical Pulping Manual**. p. 13-32.
- SUDAM.—1979. **Características silviculturais de espécies nativas e exóticas dos plantios do centro de tecnologia madeireira — Estação Experimental de Curuá-Una**. p.290.
- Tissot, M.—1968. Caractéristiques papetières de quelques Pins introduits en Afrique et a Madagascar. *Bois et Forêts des Tropiques*, 118: 41-55.
- Zuinakevicius, C.; Foelkel, C.E.B.; Kato, J.; Fonseca, M. J. de O.—1979. — Sequência exótica para branqueamento em múltiplos estágios de celulose kraft de Eucalipto. *O papel*, 40: 33-43.

(Aceito para publicação em 15/8/83).