

Estudo papeleiro de maciços florestais amazônicos

I - Maciço florestal da estrada Manaus-Itacoatiara

ANTÔNIO DE AZEVEDO CORRÊA (*)
ELOY BARBOSA PENNA RIBEIRO (*)
CLÁUDIO NAZARENO REIS LUZ (*)
Instituto Nacional de Pesquisas
da Amazônia

RESUMO

Quarenta e três madeiras de um maciço próximo a Manaus são estudadas sob o ponto de vista de celulose e papel. Inicialmente é analisada a expansão mundial da indústria papeleira, assim como a sua evolução no Brasil. Em seguida, é feito um estudo retrospectivo das principais realizações tendentes ao aproveitamento da madeira de maciços tropicais heterogêneos como fonte de matéria-prima para a produção de celulose. Informações sobre a área de coleta das madeiras, das qualidades das pastas cruas e alvejadas, das essências isoladas e em misturas, e das características dos papéis obtidos, são fornecidas, bem como dados referentes às análises químicas das madeiras e às características micrométricas das fibras.

INTRODUÇÃO

A Seção de Celulose e Papel do INPA (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia) tem por objetivo o estudo sistemático dos recursos fibrosos da região, visando o seu aproveitamento como fonte eventual de matéria-prima para a produção de celulose e seus conexos. A fim de atingir este objetivo, adotamos uma abordagem sistêmica, estabelecendo metas secundárias complementares entre si, que nos levarão ao longo prazo a atingir o objetivo global inicialmente proposto. Estas metas assim estão definidas:

- a) Estudo papeleiro de zona florestal selecionada

- b) Estudo papeleiro de essências de reflorestamento
- c) Estudo papeleiro de matérias-primas diversas

Assim sendo, o trabalho que estamos publicando faz parte de uma série que deverá cobrir a maior parte dos maciços florestais amazônicos, cujas condições de localização possibilitem a implantação de uma fábrica de grande porte na região.

A EXPANSÃO MUNDIAL DA INDÚSTRIA PAPELEIRA

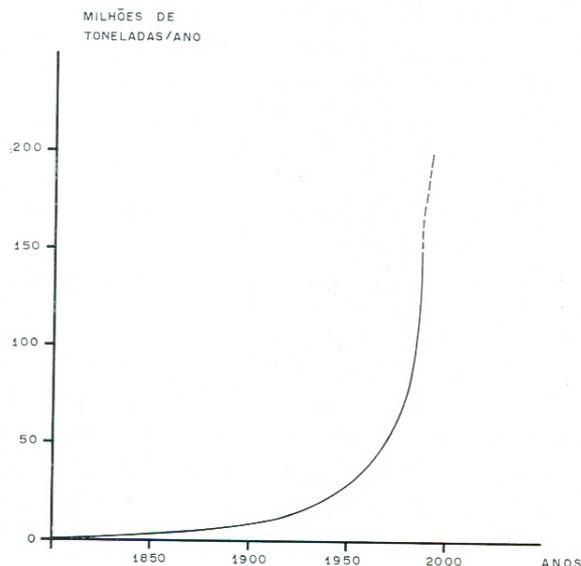
A produção mundial anual de papel e cartão atingiu em 1970, 130.000.000t. Esta produção, que quase quadruplicou depois da última guerra mundial, tende a crescer ainda mais com incrementos cada vez maiores, prevendo os especialistas da F.A.O. que ela deverá ultrapassar 200 milhões de toneladas em 1980. Não se pode fazer previsões exatas para o ano 2000, mas se acredita que um nível de produção de 400 milhões de toneladas será atingido. Isto significa que a capacidade atual de produção será quadruplicada (Petroff, 1972).

Analisando esta rápida e crescente expansão, verificar-se-á que os fabricantes de equipamentos terão nos próximos trinta anos suficiente demanda para atender. Por outro lado, os produtores de pasta para papel talvez

(*) — Bolsista do Conselho Nacional de Pesquisas

tenham dificuldade de suprimento de matéria-prima fibrosa tradicional. Com efeito, as perspectivas européias e japonesas de suprimento de madeira para pasta não são muito favoráveis.

CRESCIMENTO DA PRODUÇÃO MUNDIAL DE PAPEL E CARTÃO.



Para a Europa do Oeste, inclusive a Escandinávia, prevê-se um deficit importante de pasta, principalmente de pasta química. A demanda e a oferta dessa região, até 1980, apresenta a seguinte estrutura:

QUADRO I

DEMANDA E OFERTA DE PASTA QUÍMICA PARA A EUROPA OCIDENTAL E ESCANDINÁVIA (10⁶ t)

A N O S	1960	1970	1973	1980
Demanda	9,7	19,1	26,1	35,2
Oferta	9,4	18,1	23,9	31,7
Deficit	-0,3	-1,0	-2,2	-3,5

Fonte: Petroff, G. La Production de Cellulose dans les Pays l'O.C.A.M. in Bois et Forêts des Tropiques, n.º 143 — Mai-Juin. 1972.

Para o Japão, as cifras relativas a importação de madeira para celulose já são relativamente altas. Em 1970, o consumo de madeira

destinada a fabricação de celulose para papel foi da ordem de 28 milhões de m³, sendo que este país importou 4,7 milhões de resinosas, aproximadamente 1 milhão de m³ de folhosas, ou seja um total de 20% de suas necessidades. Para um consumo de 4,6 milhões de toneladas de pasta sulfato, as importações do Japão atingiram no mesmo ano 600.000 t, correspondendo à 15% do seu consumo, percentagem esta que tende a crescer. Por outro lado acredita-se que as leis anti-poluição que atingem o Japão com muito rigor, façam com que a expansão papeleira japonesa se realize mais através das importações de pasta, do que de madeira, considerando que as projeções indicam que o Japão e a Europa Ocidental reunidos deverão importar, dentro dos próximos anos, mais de 5 milhões de toneladas de pasta (Ibid.).

A curto prazo, o Canadá é susceptível de fornecer madeira para pasta, para cobrir o deficit dessas regiões, mesmo considerando a exploração intensiva de seus recursos florestais, e a longo prazo as florestas siberianas da Russia poderão suprir a matéria-prima indispensável à expansão da indústria mundial de papel e cartão (Ibid.).

Entretanto, outras zonas florestais serão de grande importância, principalmente as florestas artificiais criadas nas regiões tropicais e subtropicais, com essências de crescimento rápido e as florestas densas já existentes no estado natural nas regiões tropicais (Ibid.).

Dentro deste cenário, os aspectos econômicos influenciarão o empresário, mais do que os fatores tecnológicos, e a instalação de complexos papeleiros nessas regiões será função não só dos parâmetros de localização e custo de oportunidade, mas também das facilidades que os Governos desses países possam oferecer aos investidores.

A INDÚSTRIA DE CELULOSE E PAPEL NO BRASIL

O perfil da demanda e a estrutura da oferta da indústria de celulose e papel no Brasil, nos últimos anos, mostra que este setor da economia brasileira se apresenta dinâmico e em constante evolução.

Partindo-se de uma análise desagregante, verifica-se (cf. Quadro II) que pelo lado da oferta a produção de papel entre 1967-1971 apresentou um crescimento global de 50%, com um promédio anual de 10%, observado inclusive na faixa de papel para escrever e imprimir, e exceto na de imprensa, onde se registrou maior impulso (57% no período), decorrente da pressão exercida pelo plano educacional do Governo, que demandava maior produção nesta faixa.

QUADRO II

PRODUÇÃO DE PAPEL E CARTÃO NO
BRASIL 1967 - 71
1967 = 100%

Especificação	Produção		
	1967 (1.000t)	1971 (1.000t)	%
Papel para escrever e imprimir exceto imprensa	202,9	319,5	57
Outros tipos	659,8	981,0	48
Todos os tipos	862,7	1.300,5	50

Fonte: Anuário Estatístico do I.B.G.E. — 1973.

Pelo lado da procura (cf. Quadro III), observa-se que o consumo no mesmo período para todos os tipos de papéis, cresceu na ordem de 56% com médias anuais superiores a 11%. Como se verifica, enquanto a oferta cresceu no período à razão de 10% ao ano, a procura evoluiu em margem superior, a 11%.

Esta demanda insatisfeita fez com que os consumidores aumentassem suas importações que atingiram no fim do período analisado a cifra de 101%, com incrementos anuais de 20% (Quadro IV).

QUADRO III

CONSUMO APARENTE DE PAPEL E
CARTÃO — 1967 — 1971
1967 = 100%

Especificação	Consumo aparente (1.000 t)		
	1967	1971	%
Papéis para escrever e imprimir exceto imprensa	218,2	347,1	59
Outros tipos	750,5	1.164,4	55
Todos os tipos	968,7	1.511,5	56

Fonte: Anuário Estatístico do I.B.G.E. — 1973.

QUADRO IV

IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE PAPEL E CARTÃO PELO BRASIL — 1967 — 1971
1967 = 100%

Especificação	Tipos de papéis	1967	1971	%
		(1.000 t)	(1.000 t)	
Importação	Para escrever imprimir exceto imprensa	15,4	28,4	84
	Outros tipos	90,9	185,7	104
	Todos os tipos	106,3	214,1	101
Exportação	Para escrever imprimir exceto imprensa	0,1	0,8	87
	Outros tipos	0,2	2,3	1.150
	Todos os tipos	0,3	3,1	933

Fonte: Anuário Estatístico do I.B.G.E. — 1973.

Supõe-se que estas importações muito superiores ao que a demanda efetiva exigia, visavam a formar estoques e a evitar perdas monetárias por parte dos importadores.

Em termos de troca com o exterior, o setor tem apresentado **deficit** crescente. Consideremos o ano base de 1967 em que as importações foram da ordem de 106,3 mil toneladas e as exportações de 0,3 mil apresentando um **deficit** de 106 mil toneladas. Já no fim do período este deficit acumulava 211 mil toneladas com aumento percentual próximo de 100% (cf. Quadro V).

Vale realçar que a despeito da pouca representatividade das exportações em volume, que no fim do período atingiram cerca de 3,1 mil toneladas, elas cresceram 10 vezes mais enquanto as importações simplesmente duplicaram (Quadro IV).

Se perdurar esta tendência, passaremos a longo prazo da categoria de importadores para exportadores.

No que diz respeito a oferta de pasta química e semiquímica, houve um crescimento entre 1969-1972 da ordem de 58%, com médias anuais superiores a 14%; enquanto que a procura no mesmo período, com crescimento anual médio superior a 15% atingia no fim do período a 63% (Quadros VI e VII).

De maneira semelhante ao setor específico dos papéis, os consumidores de pasta foram levados a aumentar suas importações e formar estoques, fazendo com que saltassem de 21.811 para 167.597, com percentual de 669% (Quadro VIII) no fim do período. É evidente que as exportações do setor cresceram quase que na mesma magnitude e o deficit não foi tão acentuado como no dos papéis.

QUADRO V

IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE PAPEL E CARTÃO PELO BRASIL — 1967 — 1971
1967 = 100%

Ano	Especificação	Import. (1.000 t)	Export. (1.000 t)	Deficit (1.000 t)
1967	Para escrever imprimir exceto imprensa	15,4	0,1	15,3
	Outros tipos	90,9	0,2	90,7
	Todos os tipos	106,3	0,3	106,0
1971	Para escrever imprimir exceto imprensa	28,4	0,8	27,6
	Outros tipos	185,7	2,3	183,4
	Todos os tipos	214,1	3,1	211,0

Fonte: Anuário Estatístico do I.B.G.E. — 1973.

QUADRO VI

PRODUÇÃO DE PASTA QUÍMICA E SEMIQUÍMICA PELA INDÚSTRIA DE PAPEL E CARTÃO
1969 = 100%

Especificação	1969 (t)	1972 (t)	%
Pasta Química e Semiquímica	584.857	926.124	58

Fonte: Anuário Estatístico do I.B.G.E. — 1973.

QUADRO VII

CONSUMO APARENTE DE PASTA QUÍMICA E SEMIQUÍMICA PELA INDÚSTRIA DE PAPEL E CARTÃO NO BRASIL
1969 = 100%

Especificação	1969 (t)	1972 (t)	%
Pasta Química e Semiquímica	588.106	959.472	63

Fonte: Anuário Estatístico do I.B.G.E. — 1973.

QUADRO VIII

IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE PASTA QUÍMICA E SEMIQUÍMICA PELA INDÚSTRIA DE PAPEL E CARTÃO NO BRASIL 1969 = 100%

Especificação	1969 (t)	1972 (t)	%
Importação	21.811	167.597	669
Exportação	18.562	134.249	623

Fonte: Anuário Estatístico do I.B.G.E. — 1973.

Considerando as perspectivas do mercado internacional e nacional, pode-se admitir que a despeito do intenso reflorestamento realizado na Região Centro-Sul nos últimos anos, as madeiras da floresta amazônica poderão adquirir grande importância para a fabricação de pasta, não só por sua grande abundância, sim também pela possibilidade que oferecem de integrar a manufatura de celulose para papel, com outras indústrias madeireiras, em lugar de explorá-la de forma irracional ou devastá-la para a transformação em campos de pastagem para a pecuária intensiva.

RETROSPECTO DAS TENTATIVAS DE UTILIZAÇÃO DA MATÉRIA PRIMA HETEROGENEA TROPICAL PARA A PRODUÇÃO DE CELULOSE

A idéia de explorar zonas florestais densas para a produção de celulose não é nova, e numerosos especialistas estão pesquisando os problemas concernentes a este assunto, quer no que diz respeito a parte técnica, como também econômica e comercial (Ibid.).

Neste aspecto, existem duas opiniões um pouco divergentes: uma opinião não atual, porém que alguns técnicos ainda argumentam, seria de que as pastas e papéis obtidos a partir das matérias-primas tropicais são de uma qualidade inferior às obtidas nas regiões nórdicas, e ainda que, a falta de infraestrutura e de pessoal qualificado, representariam dificuldades suplementares à implantação de fábricas nessas regiões. Enfim, a heterogeneidade da matéria-prima das florestas densas naturais, que apresentam numerosas essências di-

ferentes, corroboram na opinião desses especialistas, para as dificuldades técnicas. A corrente que defende este ponto de vista admite a possibilidade de a longo prazo vir a ser esta matéria-prima utilizada em grande escala, mas não crê em realizações a curto prazo, salvo pequenas produções destinadas a mercados locais pouco exigentes (Ibid.).

Uma outra opinião mais atual, cujos participantes são cada vez mais numerosos, admite que a realização de grandes investimentos para implantação em zona de floresta densa, de complexos papelleiros está cada vez mais próxima, e seus argumentos baseiam-se nos seguintes pressupostos (Ibid.):

a) Ainda que a tonelagem de madeiras disponíveis nas regiões nórdicas sejam efetivamente importantes, as zonas de mais fácil acesso, geralmente próximas aos setores industrializados, já estão exploradas. A proporção que se afastam dessas zonas florestais privilegiadas, as condições de exploração tornam-se menos favoráveis, e o preço da madeira tem tendência a subir, assim como o dos produtos finais. Pode-se a título de exemplo citar a Columbia Britânica, onde as indústrias hesitam em implantar novas unidades ao norte e a leste, enquanto que a região próxima a Vancouver atinge os limites de suas possibilidades (Ibid.);

b) Por outro lado, novos tipos de celulose, como as pastas químicas de folhosas, apareceram no mercado, apresentando possibilidades de comercialização para outros produtos, que não os provenientes das pastas de resinosas. Pode então, em certos casos, haver mais vantagens para implantar fábricas nas regiões tropicais ou subtropicais, onde os custos da madeira e mão-de-obra não são elevados, beneficiando-se das condições excepcionalmente favoráveis, para os pioneiros, uma vez que a falta de infraestrutura não será maior do que em certas regiões isoladas do grande norte canadense e siberiano, onde os Governos locais, com a ajuda de organismos internacionais, cooperam na implantação de fábricas nessas regiões (Ibid.);

c) Considere-se ainda que as técnicas de fabricação de pastas de folhosas têm feito grandes progressos. O cozimento das essên-

cias em misturas não representam mais um caso excepcional, tanto na Europa como nos Estados Unidos e Canadá. A heterogeneidade da matéria-prima não é um obstáculo intransponível para unidades de grande porte (Ibid.).

Nesta retrospectiva, podemos citar que o primeiro esforço concreto realizado nesse campo foi feito pela França, que instalou uma pequena unidade de fabricação na Costa do Marfim, a qual funcionou de 1950 a 1954, com a finalidade de avaliar a possibilidade da floresta natural dessa região para a fabricação de pasta e papel.

Do ponto de vista técnico, a experiência foi positiva, uma vez que se fabricou papel de qualidade superior aos obtidos com folhosas europeias (Ibid.). No plano comercial, os papéis foram aceitos sem dificuldades, à exceção do kraft de 72g, destinado à embalagem de bananas. Entretanto, faz-se mister observar que para este tipo de embalagem os papéis de importação canadense ou escandinava mal se impuseram, uma vez que foram preteridos rapidamente por embalagem plástica, mesmo esta sendo mais custosa; e, mais recentemente, por caixa de cartão (Ibid.).

Do ponto de vista econômico a experiência foi um fracasso, cuja principal causa foi a baixa capacidade de produção, que não permitia atingir uma rentabilidade suficiente.

Na atualidade os seguintes projetos estão em desenvolvimento na África francófona:

Todos esses projetos são considerados possíveis de implantação, uma vez que os estudos dos seus aspectos técnicos, econômicos e comerciais mostraram-se satisfatórios. As dificuldades a serem suplantadas são concernentes às elevadas somas de investimentos exigidos, que ultrapassam as possibilidades dos países dessa área (Ibid.).

Esforços semelhantes vêm se verificando em todos os quadrantes do mundo tropical. Na Índia já funciona uma fábrica que utiliza pasta de madeira da floresta tropical, em mistura com bambu, existindo também projeto de utilização dessa matéria-prima, na Indonésia.

Na América Latina, o Peru e a Venezuela têm mostrado interesse no aproveitamento para fins papéis das madeiras das florestas de suas amazônias.

Em relação ao Brasil, a indústria Klabin do Paraná tem utilizado, em sua unidade de pasta semiquímica, a madeira da floresta heterogênea subtropical para a produção de ondulados para caixa e cartão ordinário, a despeito das características da matéria-prima, cuja densidade variou entre 0,28 a 1,1; o comprimento médio das fibras de 0,5mm a 2,2mm; os extrativos em álcool-benzol de 0,3 a 16,5%; o teor em pentosanas 8% a 20% e o teor em lignina 17% a 45%. Igualmente a cor da madeira, bem como a sua dureza, eram extremamente diversificadas (Petroff, 1969).

QUADRO IX

PROJETOS PAPELEIROS EM IMPLANTAÇÃO NA ÁFRICA FRANCOFÔNICA

País	Matéria-prima	Tipo de Pasta	Capacidade T/Ano
Gabão	Floresta Natural	Sulfato Alvejada	250.000
Madagascar	Floresta Artificial (Pinus, Eucaliptus)	Sulfato (somente uma parte alvejada)	125.000
Costa do Marfim	Floresta Natural	Sulfato Alvejada	150.000 com expansão a 300.000
Congo (Brazzaville)	Floresta Artificial (Eucaliptus)	Idem	250.000

Fonte: G. Petroff — La Production de Cellulose dans les Pays de L'O.C.A.M. Etat Actuel des Projets — in Bois et Forêts des Tropiques, N.º 143, Mai-Juin.

Em que concerne à Amazônia, as prospecções nesse campo datam de 20 anos, com realização de ensaios não só a nível de laboratório e em escala piloto, como também de porte industrial. As primeiras iniciativas nesse sentido foram realizadas por organizações internacionais e por outros órgãos não nacionais, como por exemplo os estudos levados a efeito por L. Rys, A. Boenisch, W. Overbeck e H. Schwartz, nos laboratórios das indústrias Klabin do Paraná, sob os auspícios da F.A.O., como subsídio à Conferência de Pasta e Papel, organizada pela C.E.P.A.L. (1), em Buenos Aires no ano de 1954. O ensaio efetuado por órgão não nacional correspondeu ao experimento realizado em escala semi-industrial pela Sociedade Isorel em "Casteljaloux" (Lot-et-Garone), na França, que tratou a seguinte mistura de madeiras amazônicas pelo procedimento "Isogrand" (2).

TABELA N.º 1
MISTURA DE MADEIRAS DA AMAZÔNIA
TRATADAS PELO PROCEDIMENTO
"ISOGRAND"

	Densidade Seca	Peso na Mistura (kg)
Breu Branco	0,5	150
Carnaúba	0,42	100
Assacu	0,50	25
Morototó	0,53	20
Imbaúba	0,33	100
Envira Cana	—	75
Imbiriba	0,850	100
Castanharana	0,786	100
Pau Rosa	0,776	50
Cardeiro	0,585	75
Abiurana	0,849	50
PESO TOTAL:		845

Fonte: Villère, A. — Le procédé "Isogrand", pour la fabrication de pâte cellulosique a partir des bois feuillusin — Bois e Forêts des Tropiques N.º 39 — Janvier-Février — 1955.

- (1) — CEPAL — Comissão Econômica para América Latina (órgão da O.N.U.)
 (2) — O procedimento "Isogrand" consistia em submeter a madeira à ação dos reagentes químicos após a desfibragem. Basicamente era constituído dos seguintes estágios:
 a) a madeira muito dividida era submetida a uma solução alcalina fraca, à temperatura de 80°C a 90°C, à pressão atmosférica, para dissolver as resinas, ceras, etc.;
 b) cloração rápida, para extrair as ligninas;
 c) lavagem final em filtro rotativo com ajuda de uma solução alcalina fraca, para dissolver as clo-ligninas formadas;
 d) lavagem final em filtro rotativo (Villere, 1955).

Dos papéis obtidos, cujas características damos abaixo, tiraram-se alguns exemplares do jornal "Le Monde" na edição dos dias 12 e 13 de setembro de 1954 (Lauer, 1958).

TABELA N.º 2
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÂNICA DOS PA-
PÉIS OBTIDOS COM MISTURA DE MADEIRAS DA
AMAZÔNIA, PELO PROCEDIMENTO "ISOGRAND"

Peso úmido	52,6 g/m ²
Peso seco	48,1 g/m ²
Umidade	8,61%
Cinzas	10,6%
Espessura 1/1000mm	81,7
Lisura	1,57
Resistência a Tração: SM	3,87 kg
ST	2,36 kg
Comprimento de Auto-ruptura: SM	5.019
ST	2.991
Resistência de Estouro	1,30kg/cm ²
Índice de Estouro	24,7
Número de Dobras-Duplas sob 885g Apar- elho "Lhomme S-Argy":	
SM	15
ST	17
Índice de Rasgo — A.F.N.O.R.: SM	15
ST	37
Porosidade C.G.S.	3,06

Fonte: Villère, 1955.

Paralelamente a estas iniciativas, outros trabalhos foram somados, geralmente por iniciativa de técnicos estrangeiros visitantes, como o de Karl Lawer, (1958).

Após este impulso inicial, órgãos de pesquisas localizados na região Centro-Sul do país, como o IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) e o INT (Instituto Nacional de Tecnologia), reuniram-se a este esforço, do qual resultaram os trabalhos de Moura, Francisco Itamar (1959), Overbeck Wilhelm (1968), e mais tarde Carvalho, Walmir Augusto Teixeira (1970).

Por outro lado, esta temática sensibilizou o órgão de desenvolvimento da área, no caso a Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia, que através de concorrência internacional, mandou realizar o estudo de viabilidade técnica e econômica da mata de Curuá-Una, próxima à Santarém, na confluência do rio Tapajós com o rio Amazonas.

Este estudo, realizado pela firma A. Araujo S.A. — Engenharia e Montagem previa um complexo madeireiro integrado, com uma fábrica de pasta crua, com produção aproximada de 55.000 t/ano, utilizando as madeiras resultantes da exploração florestal (SUDAM, s/d). Os ensaios de laboratório e em escala industrial foram realizados nas instalações da fábrica Papel Simão S.A., em Jacareí — São Paulo.

Finalmente, os órgãos de pesquisas regionais, ou seja o INPA (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia) e o IPEAN (Instituto de Pesquisas e Experimentações Agropecuárias do Norte) foram equipados para dar continuidade a estes esforços em escala de laboratório, elaborando sistematicamente ensaios visando à obtenção de pasta química e semi-química com madeiras da região, tanto em misturas como isoladamente, originando uma fonte de razoáveis informações (Melo et alii, 1971 a e b; Corrêa et alii, 1970; Corrêa & Ribeiro, 1972; Ribeiro & Luz, 1973), ao qual se soma agora este trabalho.

ÁREA DE LEVANTAMENTO E COLETA DAS MADEIRAS

As madeiras, objeto do presente trabalho, foram coletadas em um maciço florestal situado a 64 quilômetros de Manaus, e localizado ao longo da Estrada Manaus-Itacoatiara (Estrada Torquato Tapajós), o qual se estendendo por 136 quilômetros dessa rodovia abrange uma área de 137.000 hectares (137 km²) (Rodrigues, 1967).

Essa região foi escolhida em virtude de sua proximidade a Manaus e a existência de uma infraestrutura já disponível no INPA, com veículos e pessoal habilitados para a coleta das árvores e, principalmente, porque esse

maciço fôra pouco antes, objeto de um inventário florestal realizado pelo Setor de Botânica do INPA (cf. Rodrigues, 1967).

Trata-se de um maciço tipicamente de floresta equatorial úmida, apresentando diferente tipologia ecológica pelas diferenças em relevo e solo, tendo Rodrigues (ibid.) distinguido os seguintes tipos de vegetação:

1) Mata de terra firme, localizada nas terras mais altas de solo argiloso e livre das inundações;

2) Mata de carrasco, localizada nas terras mais baixas, de solo silicoso e próximo de rios e igarapés;

3) Mata de baixio, localizada nas terras sujeitas a inundações periódicas, cujo solo é permanentemente muito úmido;

4) Campina, apresentando vegetação ora de árvores esparsas muito esgalhadas, ora muito densa, de árvores baixas e uniformes.

A topografia da região é fortemente ondulada, tendo como divisores dessas ondulações inúmeros igarapés, afluentes dos rios Preto e Urubu (Ibid.).

Quanto ao clima da região, na falta de dados específicos para esse maciço, podemos atribuir-lhe extrapoladamente o observado para Manaus, que se enquadra no tipo "Am" da classificação de Köppen, cuja pluviosidade é menor de julho a setembro e máxima de março a abril, com valor de precipitação ao redor de 2000mm. A umidade relativa é de 80,9% e a temperatura média oscila do mês mais frio ao mais quente, de 26,2°C a 27,91°C (Ibid.).

METODOLOGIA E EXECUÇÃO DO INVENTÁRIO

Vinte e sete picadas de 5 km de extensão e uma de 1,5 km foram abertas na mata virgem perpendiculares à estrada, em intervalos de 5 km e dispostas alternadamente em forma de "espinha de peixe", tendo a própria estrada como base de abertura das mesmas. Em cada picada foram coletadas 10 amostras de vegetação de 0,2 ha., cada uma; de 500 em 500 metros, sendo cinco de árvores com D.A.P. maior ou igual a 25cm e cinco com D.A.P. maior que 45cm, de maneira que em cada picada inventariada, havia o total de 1 hectare para cada grupo.

Nas tabelas nº 3 e 4 podem ser observados os resultados gerais, nos quais apenas aparecem as espécies cujo total de indivíduos atinge 50% do número de árvores encontradas, por serem estas espécies assim selecionadas, as que mais caracterizam a mata de uma região (ibid.).

As observações feitas por Rodrigues, do ponto de vista silvicultural, sobre a mata da estrada Manaus-Itacoatiara, de não ser "em absoluto uma das melhores que se conhece na Amazônia", serão corroboradas sobre o ponto de vista papelero, como veremos mais adiante. A cubagem média de madeira por hectare é sensivelmente inferior a valores já determinados para outras zonas florestais amazônicas (ibid.).

METODOLOGIA E PARÂMETROS RETIDOS

Considerando-se este tipo de pesquisa, como uma prospecção de recursos naturais, adotou-se uma amostra de *Eucalyptus saligna* proveniente do Estado de São Paulo para servir como padrão aos valores encontrados para as 43 essências do maciço da estrada Manaus-Itacoatiara, a fim de se poder obter resultados comparativos válidos, uma vez que aquela amostra paulista foi testada nas mesmas condições e processada nas mesmas instalações usadas para as 43 essências

DIMENSIONAMENTO DAS FIBRAS

Foram efetuadas sobre as pastas cruas provenientes dos cozimentos, após coloração com safranina. O comprimento foi medido em projetor Olympus-UP-360. O diâmetro e largura das paredes das fibras em microscópio Leitz, com lente ocular 10x, objetiva 43x, e fator 3,14.

ANÁLISE QUÍMICAS DAS MADEIRAS

Amostras representativas de cada madeira foram transformadas em serragem, em moinho Willey. Em seguida foi tamisada em peneiras com malhas de 40 e 40/60 Mesh. As seguintes análises foram efetuadas, com as respectivas normas obedecidas: Solubilidade da Madeira em Água, ABCP M 4/68; Solubilidade da Madeira em NaOH a 1%, ABCP M 5/68; Solubilidade de Madeira em Álcool-Benzol, TAPPI T 6 os-59; Lignina na Madeira, ABCP M 10/68; Pentosanas na Madeira (Método Brometo-Bromato); Celulose na Madeira (Método de Kurschner); e Teor em Cinzas, TAPPI T 15 os-58.

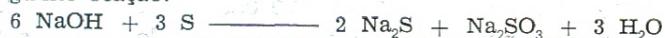
TRATAMENTO INDIVIDUAL DA MADEIRA E REFINO

Todas as madeiras foram submetidas individualmente a um tratamento pelo Processo Sulfato modalidade Soda-Enxofre (3), em cozinador Rotativo Frank de 10 litros nas seguintes condições:

NaOH / mad. seca	22%
Enxofre / mad. seca	2,2%
Diluição	3,3:1
Tempo à Temp. de Patamar ...	90 min.
Tempo na Temp. de Patamar ..	120 min.
Temperatura de Patamar	170°C

As pastas obtidas dos cozimentos foram lavadas logo após a degasagem, (tendo-se antes retirado uma amostra do licor negro para a determinação do álcali residual), desaguadas manualmente e em seguida depuradas em Depurador Brecht & Holl, para a determinação dos rendimentos brutos e depurado, rejeitos sobre a madeira seca, bem como o Número de Permanganato.

(3) — A modalidade soda-enxofre é equivalente ao processo sulfato convencional, de acordo com a seguinte reação:



de onde pôde ser tirada a seguinte correspondência entre as proporções soda-enxofre de um lado e soda-sulfeto de sódio do outro:

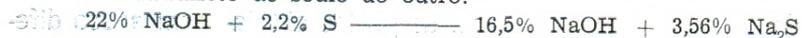


TABELA N.º 4

RELAÇÃO DAS PRINCIPAIS ESPÉCIES ASSINALADAS NA TABELA 3

N.º DE ORDEM	NOME VULGAR	NOME CIENTIFICO	FAMÍLIA
01	Matamata	<i>Eschweilera odora</i> (Poepp.) Miers e espécies afins	Lecitidáceas
02	Cardeiro	<i>Scleronema micranthum</i> Ducke	Bombacáceas
03	Ripeiro Vermelho	<i>Corythophora alta</i> Knuth	Lecitidáceas
04	Cuquirana brava	<i>Ragala spuria</i> (Ducke) Aubr.	Sapotáceas
05	Macucu murici	<i>Vantanea parviflora</i> Lam.	Humiriáceas
06	Breu Vermelho	<i>Protium</i> spp.	Burseráceas
07	Rosada brava	<i>Micropholis guianensis</i> Aubl.	Sapotáceas
08	Abiurana fedorenta	<i>Pouteria</i> sp.	Sapotáceas
09	Uchi de cotia	<i>Parinari excelsa</i> Sabine	Rosáceas
10	Acariquara roxa	<i>Minuartia guianensis</i> Aubl.	Olacáceas
11	Muirapiranga	<i>Eperua bijuga</i> Mart. ex Bth.	Leguminosas
12	Abiurana abiu	<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	Sapotáceas
13	Louro preto	<i>Ocotea</i> spp.	Lauráceas
14	Abiurana vermelha	<i>Micropholis</i> sp.	Sapotáceas
15	Macucu de sangue	<i>Licania heteromorpha</i> Bth.	Rosáceas
16	Pajurazinho	<i>Licania cf. hostmanii</i> Fritsch	Rosáceas
17	Maçaranduba jacaré	<i>Manilkara amazonica</i> (Aubl.) Standl.	Sapotáceas
18	Ucuuba Chico de Assis	<i>Osteophloeum</i> (DC) Warb.	Miristicáceas
19	Seringa Itaúba	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	Euforbiáceas
20	Cupiúba	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	Celastráceas
21	Batinga	<i>Pouteria</i> sp.	Sapotáceas
22	Abiurana Maçaranduba	<i>Ecclinusa cyanogena</i> (Ducke) Aubr.	Sapotáceas
23	Mucucu chiador	<i>Licania oblongifolia</i> Standl.	Rosáceas
24	Micranda sp.	<i>Micranda</i> sp.	Euforbiáceas
25	Matamata preto foahl amarela	<i>Eschweilera</i> sp.	Lecitidáceas
26	Ripeiro preto	<i>Eschweilera</i> sp.	Lecitidáceas
27	Abiurana roxa	<i>Micropholis</i> sp.	Sapotáceas
28	Piquiarana	<i>Caryocar glabrum</i> (Aubl.) Pers.	Cariocaraceas
29	Jarana	<i>Holopyxidium latifolium</i> (A. C. Sm.) R. Kn.	Lecitidáceas
30	Angelim rajado	<i>Pithecolobium racemosum</i> Ducke	Leguminosas
31	Abiurana olho de veado	<i>Micropholis cf. venulosa</i> (Mart. ex Eichl.) Piérre	Sapotáceas
32	Araba roxo	<i>Swartia reticulata</i> Ducke	Sapotáceas
33	Abiurana	<i>Sapotaceae</i> spp.	Sapotáceas
34	Pajurazinho	<i>Couepia canomensis</i> (Mart.) Bth. ex Hook. f.	Rosáceas
35	Amapá roxo	<i>Brosimum parinarioides</i> Ducke	Moráceas
36	Muirajiboia amarela	<i>Swartia recurva</i> Poepp. et Endl.	Leguminosas
37	Sucupira chorona	<i>Andira unifoliolata</i> Ducke	Leguminosas
38	Jaraí	<i>Glycoxylon surinamense</i> (Eyma)	Sapotaceae
39	Jarana folha miúda	<i>Eschweilera</i> sp.	Lecitidáceas
40	Uchi amarelo	<i>Endopleura uchi</i> (Hub.) Cuatr.	Humiriáceas
41	Carrapatinho	<i>Swartia igaeifolia</i> Ducke	Lecitidáceas
42	Inharé folha áspera	<i>Helicostylis asperifolia</i> Ducke	Moráceas
43	Castanha jacaré	<i>Corythophora</i> prov. s. n.	Lecitidáceas

Fonte: Rodrigues, 1967.

O refino das pastas depuradas foi realizado em Moinho Jokro, sendo a moagem conduzida em intervalos de 15 minutos, até a obtenção de um grau de engorda igual ou superior a 45° S.R.

Folhas-de-enxerto padronizadas foram obtidas com as pastas refinadas nessas diferentes "frenesses" para posterior avaliação de suas características físico-mecânicas de resistência e seu controle de qualidade.

COZIMENTOS DAS MADEIRAS EM MISTURA E SEU ALVEJAMENTO

Três tipos de Misturas foram constituídas. No tratamento dessas misturas empregaram-se as mesmas condições utilizadas no cozimento individual de cada essência, fazendo-se porém variar o percentual de NaOH e S em relação a madeira seca. Também foram efetuadas com as pastas obtidas com esses dife-

rentes níveis de reagentes, as mesmas operações realizadas com as celuloses provenientes dos cozimentos individuais de cada madeira, isto é, lavagem, depuração, refino, testes físico-mecânicos e controle de qualidade dos papéis obtidos.

MISTURA REPRESENTATIVA

Esta mistura foi formada utilizando-se todas as 43 madeiras, entrando cada uma em quantidades de peso seco proporcionais a ocorrência de cada árvore no maciço, ao seu volume por hectare e a densidade da madeira. Foram efetuados cozimentos aos níveis percentuais de 18, 20, 22, 24 e 1,8; 2,0; 2,2 e 2,4 de NaOH e S respectivamente.

"MISTURA FÁCIL"

Nesta mistura foram utilizadas 10 madeiras (Seringa Itaúba, Breu Vermelho, Inharé, Cupiúba, Abiurana Vermelha, Louro Preto, Ucuuba Chico de Assis, Abiurana Olho de Veado, *Micranda* sp e Cardeiro), selecionadas de acordo com o critério dos menores Números de Permanganato das pastas cruas depuradas, dos cozimentos individuais.

Foram realizados 4 cozimentos aos níveis de 16, 17, 18 e 1,6; 1,7; 1,8 de NaOH e S respectivamente.

"MISTURA DIFÍCIL"

Obedece a critério inverso ao da Mistura Fácil, isto é, foi constituída com as 10 madeiras dentre as 43, cujas pastas depuradas apresentaram os maiores valores para o Número de Permanganato.

Foram realizados 4 cozimentos à 16, 18, 20 e 22% de NaOH e quantidades correspondentes de S.

ALVEJAMENTOS DAS MISTURAS E DO EUCALIPTO

Foi efetuado o alvejamento das pastas cruas das misturas, observando-se como um dos critérios de retenção, aquelas que apresentaram as melhores características de resistências nos papéis obtidos com suas pas-

tas cruas e que não chegaram também a apresentar percentual de rejeitos de depuração inconvenientes.

Assim, foi efetuado o alvejamento das pastas cruas provenientes do cozimento da Mistura Fácil a 16%, da Mistura Representativa a 18%, da Mistura Difícil e do Eucalipto a 22%.

CARACTERÍSTICAS MICROMÉTRICAS DAS FIBRAS E DENSIDADE DAS MADEIRAS

Para a determinação das características dos elementos fibrosos, foi realizado o dimensionamento das fibras das madeiras estudadas em comprimento, diâmetro e lúmen; parâmetros estes usados para o cálculo do coeficiente de flexibilidade, índice de feutragem, desvio padrão do comprimento médio e coeficiente de variação. Estes valores podem ser vistos na Tabela n.º 5.

Observa-se que o comprimento médio das fibras, situou-se em torno de 1400 μ , com variações específicas para cada espécie, sendo que o maior comprimento médio alcançado foi da essência "Uchi Amarelo" (2076 μ) e o menor da "Abiurana Olho de Veado" (688 μ). A variação em torno da média para as 43 essências vai de 100 a 396 μ .

Em relação aos comprimentos máximos a média atingida foi de 1967 μ , sendo que os valores máximo e mínimo alcançados foram 3280 e 1150 μ para a Cupiúba e a Abiurana Olho de Veado. Por outro lado, o comprimento mínimo médio para as 43 madeiras foi de 860 μ , com valores máximo e mínimo atingidos de 1280 μ para a Cupiúba e o Uchi Amarelo e de 280 μ para o Breu Vermelho.

O diâmetro médio das fibras em relação ao seu valor médio, para o total da amostra foi de 17 μ com um desvio padrão em torno de 4,47 μ , apresentando como valores extremos 12 e 20 μ respectivamente.

Em contra-partida as fibras destas madeiras atingiram no seu diâmetro máximo o valor médio de 22 μ , com valores significativos que atingiram no limite superior a cifra de 40 μ , para a madeira Cupiúba e no limite inferior 16 μ para Abiurana Olho de Veado e Muirapiranga.

Os valores mínimos para o diâmetro variaram entre 9,4 à 20 μ , apresentando para as 43 madeiras uma média de 17,7 μ .

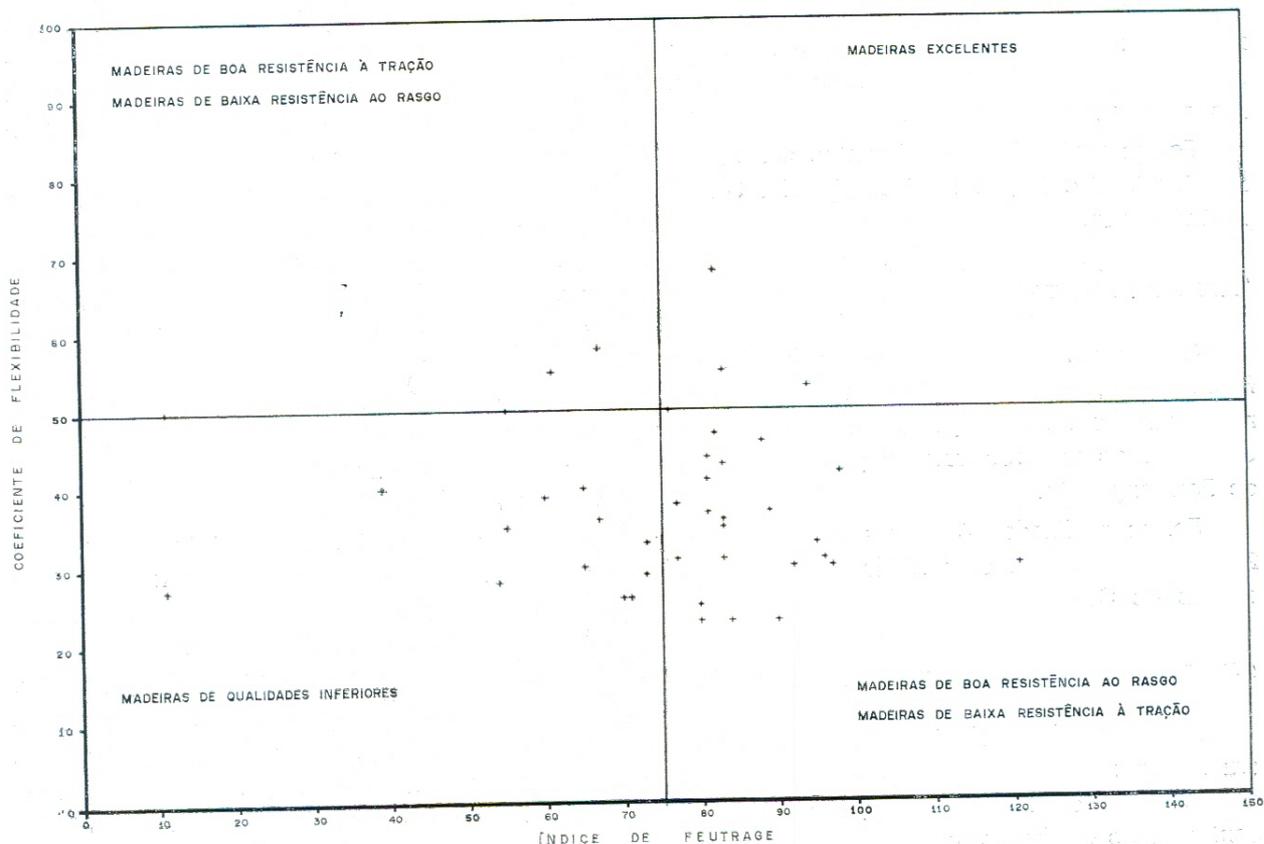
As cifras atingidas para os valores máximos mostram que para toda amostragem, variaram de 6 até 26 μ , com um parâmetro médio da ordem de 11,2 μ . Para os valores mínimos, esta variação se processa entre 3 e 10 μ .

Considerando o Coeficiente de Flexibilidade e o Índice de Feutragem, observa-se uma tendência para as 43 essências apresentarem maior resistência ao rasgo, uma vez que os valores apresentados no Índice de Feutragem foram superiores aos observados pelo Coeficiente de Flexibilidade.

Em termos percentuais, para Coeficiente de Flexibilidade a variação para o máximo e para o mínimo atingidos foram as seguintes: 23% e 68%, com um promédio para todas as essências da ordem de 37%.

Para o Índice de Feutragem os números extremos consignados às essências foram: 121% e 11,11% para o maior e menor valor respectivamente. O valor médio para esta característica foi de 76,08%.

A densidade das 43 essências mais frequentes do maciço florestal da Estrada Manaus-Itacoatiara, variou de 0,57 a 1,13 com uma média de 0,94, caracterizando ser este maciço formado por madeiras de certo modo duras, decorrentes de sua própria localização — mata de terra firme —, onde proliferam essências florestais com essa característica. Correlacionando-se o Coeficiente de Flexibilidade com o Índice de Feutragem, observa-se uma tendência das essências apresentarem melhores resistência ao rasgo do que à auto-ruptura (cf. gráfico abaixo).



ANÁLISES QUÍMICAS DAS MADEIRAS

As análises químicas da madeira foram efetuadas sobre amostras das 43 essências. Os resultados dessas análises podem ser vistos na Tabela n.º 6 onde podem ser comparados com os valores encontrados para o *Eucalyptus saligna*.

Como seria de esperar com um número grande de essências, os valores apresentados variam em uma grande faixa. O teor em lignina variou desde 35,01% até 20,60%. Apenas 7 madeiras (Amapá roxo, Cupiúba, Seringa Itaúba, Maçaranduba Jacaré, Ripeiro Preto, Abiurana Sapotaceae e Piquiarana) apresentaram valores inferiores a 25%. Entretanto, 20 deram valores superiores a 30%. A média de todas as essências foi de 28,95%.

Quanto ao teor em pentosanas, houve variações desde 9,14% até 18,3%, porém de um modo geral, os valores situaram-se mais próximos da média das 43 madeiras que foi de 13,6%.

Ucuuba Chico de Assis foi a madeira que apresentou o menor percentual tanto em Celulose Bruta como em Celulose Corrigida, 41,0% e 37,1% respectivamente. O maior valor em Celulose Bruta coube ao Breu Vermelho com 56,0%; e em Celulose Corrigida a Castanha Jacaré com 53,7%.

A extração com álcool-benzol apresentou valores desde 1,1% para o Macucu Chiador, até 15,5% para a Maçaranduba Jacaré. Este teor, entretanto, foi excepcional uma vez que o segundo maior valor foi de 11,4%, baixando logo depois para 8,62% para o 3.º maior valor. De maneira que, à exceção daquele resultado extremo, a média das 42 madeiras foi de 4,5%.

É importante observar como na soma Celulose + Pentosanas, o menor valor foi encontrado para a Ucuuba Chico de Assis, justamente a madeira que apresentou os menores percentuais em celulose bruta e em celulose corrigida, tendo também apresentado para pentosanas valor próximo da média das 43 madeiras, ou seja 13,6%. Ainda na soma em questão, o maior valor coube a Abiurana Abiu com

69,8%, madeira que apresentou os maiores valores também para celulose bruta e celulose corrigida.

Resultados significativos, foram por outro lado encontrados para a soma Lignina + Álcool-Benzol. Por exemplo, a Seringa Itaúba que deu o menor Número de Permanganato dentre todas as madeiras, foi a que também apresentou o menor percentual para a adição em questão com 24,22%. Ademais, foi a essência que forneceu o maior rendimento depurado com 55%. É uma das madeiras mais leve do maciço com densidade de 0,72. Apresentou um dos valores mais baixos em lignina e álcool-benzol com 21,57% e 2,65% respectivamente.

Concordância semelhantemente significativa foi observada para a Aquariquara Roxa que apresentou o maior valor para essa soma com 42,69%. Situa-se logo após a Maçaranduba Jacaré como a segunda mais pesada do maciço. Foi o maior Número de Permanganato encontrado, uma das mais difíceis de refinar (apenas 25º SR com 45 minutos de refino), com 31% foi igualmente o menor rendimento depurado observado, tendo sido uma das poucas madeiras a apresentar rejeitos inconvenientes (4%) ao nível de 22% de NaOH e 2,2% de Enxofre. Como era de se prever, dá o maior percentual em lignina com 35,01% e também valor elevado para álcool-benzol, muito acima da média de 4,52 para as 43 madeiras, com 7,69%.

Portanto, estes resultados verificados para as somas Lignina + Álcool-Benzol e Celulose + Pentosanas, vêm confirmar no caso das madeiras da Estrada Manaus-Itacoatiara a afirmação de Petroff (1971), de que as madeiras ricas em celulose e hemiceluloses dão bom rendimento em pasta após o cozimento e oferecem maior facilidade de cozimento. O oposto foi verificado para as madeiras ricas em lignina e extrativos ao álcool-benzol.

Deve-se citar que nestas considerações sobre a soma lignina + álcool-benzol e celulose + pentosanas, foram apenas citados como exemplo as madeiras que apresentaram valores extremos, entretanto a correspondência se mantém válida para as demais essências.

TABELA N.º 6
ANÁLISES QUÍMICAS DAS MADEIRAS

N.º DE ORDEM	NOME VULGAR	ALCOOL-BENZOL %	EXTRAÇÃO C/ ÁGUA QUENTE %	EXTRAÇÃO C/ ÁGUA FRIA %	EXTRAÇÃO COM NaOH 1% %	CINZAS %	LIGNINA %	PENTOSANAS %	CELULOSE BRUTA %	CELULOSE CORRIGIDA %
01	Cardeteiro	3,1	8,0	4,0	28,0	1,00	31,30	13,6	45,6	42,2
02	Breu Vermelho	5,5	2,9	1,2	18,1	1,72	33,50	14,2	56,0	52,9
03	Aburana Fedorenta	5,1	4,9	4,2	26,4	2,49	28,91	12,8	48,1	46,3
04	Aquariquara Roxa	7,7	9,2	4,1	17,1	1,97	35,01	12,1	48,7	46,2
05	Macucu de Sangue	5,6	4,1	3,4	17,0	1,38	29,31	11,3	52,1	50,0
06	Aburana Vermelha	3,8	4,7	1,8	13,6	0,74	27,12	13,6	52,77	50,0
07	Leuro Preto	8,1	4,5	1,4	10,6	0,32	26,16	14,9	51,3	49,0
08	Ucuba Chico de Assis	8,5	4,9	2,2	8,7	1,03	28,51	13,6	41,0	37,1
09	Macaranduba Jacaré	15,5	6,1	1,5	11,6	0,83	23,55	13,3	50,6	49,0
10	Pajurá Licania	3,0	4,9	2,4	16,7	2,07	31,73	13,1	47,4	44,8
11	Seringa Itaúba	2,6	5,2	0,4	15,1	0,45	21,57	13,0	51,9	48,9
12	Batinga	3,2	3,7	3,3	10,8	1,78	30,78	9,1	54,1	53,3
13	Cupituba	8,6	10,9	7,6	17,8	1,32	21,35	9,3	49,0	43,5
14	Aburana Macaranduba	4,8	3,6	6,2	17,3	1,68	34,06	11,2	50,2	48,5
15	Mucuru Chador	1,1	2,3	0,4	10,4	1,62	28,52	13,2	52,0	48,4
16	Micranda sp.	2,7	4,5	0,5	11,2	1,30	29,60	11,2	49,4	41,6
17	Matamata Preto Folha Amarela	7,7	8,6	6,6	16,0	2,05	25,06	13,2	55,1	51,6
18	Jarana	4,2	3,9	2,2	14,0	1,63	33,95	13,2	51,6	48,5
19	Ripeiro Preto	3,0	2,9	1,0	13,0	0,71	23,65	16,1	54,1	50,5
20	Aburana Roxa	3,9	4,5	1,8	8,9	1,17	29,89	14,2	53,2	51,8
21	Pajurá Couepia	1,1	2,3	0,1	9,2	1,09	27,74	17,7	55,2	50,1
22	Angelim Rajado	2,4	5,3	3,5	19,6	0,47	32,72	14,9	51,8	48,1
23	Aburana Olho de Veado	1,8	2,0	0,3	10,1	0,83	31,55	10,4	48,3	46,3
24	Arabá Roxo	4,8	3,8	2,4	15,5	0,98	32,56	11,8	53,1	49,6
25	Aburana Sapotaceae	2,4	4,8	1,3	13,5	0,62	24,00	13,9	55,4	52,6
26	Piquiarana	6,5	4,3	1,7	10,3	0,36	24,75	14,1	56,5	52,0
27	Castanha Jacaré	4,1	2,7	5,2	12,4	1,01	30,88	9,4	54,8	53,7
28	Inharé	4,1	2,7	0,9	9,4	1,27	30,70	13,7	54,0	50,0
29	Uchi Amarelo	2,4	4,1	2,8	13,0	1,22	30,03	14,6	54,6	48,6
30	Amapa Roxo	4,4	5,6	3,6	14,32	0,90	20,60	15,2	53,3	52,1
31	Sucupira Chorona	4,7	3,6	6,5	11,75	1,44	25,08	12,9	53,4	50,8
32	Jarana Folha Miuda	4,5	6,5	5,4	11,16	0,46	31,80	13,4	54,4	50,2
33	Riceiro Vermelho	6,9	7,8	5,7	13,08	0,44	29,62	11,0	55,1	52,7
34	Matamatá	4,2	6,9	5,8	10,82	1,71	27,60	17,0	50,3	46,4
35	Rosada Brava	4,2	6,9	1,8	11,02	0,41	26,17	14,6	53,5	49,5
36	Muirajiboia Amarela	2,1	2,5	0,4	12,25	0,38	32,16	13,4	49,7	46,4
37	Cuquirana Brava	3,2	4,5	1,6	11,02	0,62	31,92	14,5	49,1	46,1
38	Jarai	2,3	2,5	6,0	13,57	0,40	30,10	13,7	49,1	46,1
39	Muirapiranga	7,5	4,6	3,4	17,80	1,18	31,19	14,5	55,7	48,8
40	Mucucu Murici	2,0	3,2	2,6	11,49	1,18	26,50	13,9	55,7	47,1
41	Uchi de Cotta	1,4	1,8	0,1	10,85	0,44	30,92	16,5	49,9	45,4
42	Carrapatinho	11,4	6,3	2,1	16,03	0,32	34,11	18,3	51,8	47,1
43	Aburana Abiu	8,1	7,7	1,1	15,62	0,31	34,11	18,2	54,3	51,6

TRATAMENTO INDIVIDUAL DAS MADEIRAS

O tratamento padrão retido, ao qual se submeteram as 43 essências tem os seguintes objetivos:

a) Verificar a exequibilidade de seus parâmetros com as madeiras da Estrada Manaus-Itacoatiara, e sua viabilidade no tratamento das misturas. Partindo-se da hipótese de que se no estudo individual ele se revelasse satisfatório, poderíamos utilizá-lo nos três tipos de misturas especificadas;

b) Possibilitar a escolha de um Índice Classificador (N.º de Permanganato), que indicaria as madeiras constituintes das misturas fácil e difícil.

Os resultados obtidos ao curso desses ensaios estão nas Tabelas n.ºs. 7 e 8 e nos permitem fazer as seguintes observações:

O rendimento médio das 43 essências foi da ordem de 43%, variando entre o limite máximo e mínimo de 55% a 31%;

Os valores relativos aos Números de Permanganato foram de 11 a 35, com uma média

TABELA N.º 7
RESULTADOS DOS COZIMENTOS INDIVIDUAIS DAS MADEIRAS

N.º DE ORDEM	MADEIRA	ÍNDICE KMnO ₄	RENDIMENTO DEPURADO	ALCALI RESIDUAL g/l	REJEITO SOBRE MADEIRA SECA %
01	Seringa Itauba	11	55	0,22	0,00
02	Inharé	12	45	0,30	0,00
03	Breu Vermelho	12	39	0,08	0,00
04	Cupiúba	13	40	0,03	0,00
05	Abiurana Vermelha	15	45	0,32	0,30
06	Cardeiro	16	38	0,15	0,00
07	Piquiarana	16	39	0,24	0,30
08	Louro Preto	17	48	0,22	0,30
09	Ucuuba Chico de Assis	17	43	0,36	0,00
10	Abiurana Olho de Veado	18	42	0,02	0,00
11	Micranda sp.	18	52	0,19	0,00
12	Jarana	19	40	0,42	0,30
13	Pajura Licania	19	43	0,13	0,04
14	Maçaranduba Jacaré	19	42	0,08	0,01
15	Matamata Preto Folha Amarela	20	42	0,11	0,66
16	Abiurana Sapotaceae	20	41	0,11	0,00
17	Uchi Amarelo	21	45	0,32	0,12
18	Sucupira Chorona	21	44	0,64	0,07
19	Amapa Roxo	21	41	0,45	0,46
20	Pajurá Couepia	22	50	0,09	0,00
21	Matamata	22	38	0,99	0,00
22	Angelim Rajado	22	43	0,03	0,00
23	Jaraí	22	47	0,27	0,08
24	Rosada Brava	22	46	0,31	0,00
25	Muirajibóia Amarela	23	44	0,40	0,08
26	Muirapiranga	23	40	0,38	0,00
27	Abiurana Fedorenta	24	42	0,86	0,00
28	Ripeiro Preto	24	48	0,11	0,00
29	Macucu Murici	24	41	0,27	0,02
30	Ucuquirana Brava	24	43	0,29	0,35
31	Batinga	24	49	0,09	0,99
32	Arabá Roxo	24	41	0,57	0,02
33	Abiurana Maçaranduba	25	44	0,80	0,00
34	Jarana Folha Miuda	25	43	0,42	0,12
35	Castanha Jacaré	26	48	0,45	0,00
36	Macucu Chiador	26	51	0,22	0,04
37	Uchi de Cotia	26	49	0,70	0,84
38	Ripeiro Vermelho	28	46	0,32	0,17
39	Carrapatinho	29	39	0,76	0,31
40	Abiurana Abiu	30	48	0,28	0,03
41	Macucu de Sangue	32	50	0,08	0,44
42	Abiurana Roxa	32	45	0,21	0,00
43	Aquariquara Roxa	35	31	0,07	4,00
44	Eucalyptus	15	51	0,13	0,02

TABELA N.º 8

RESULTADOS DOS TESTES FÍSICO MECÂNICOS DAS FOLHAS-DE-ENSAIO
PRODUZIDAS COM AS PASTAS CRUAS DAS 43 MADEIRAS (RESULTADOS
INTERPOLADOS A 45º S.R.)

N.º DE ORDEM	MADEIRA	RASGO A 45º S. R. g/100/m ²	RESISTÊNCIA À TRACÇÃO (AUTO- RUPTURA) M	N.º DE ESTGURO KG/CM ² 100 g/M ²	DOBRAS DUPLAS
01	Cardeiro	107	5.215	2,20	280
02	Abiurana Fedorenta	82	4.571	1,37	54
03	Abiurana Maçaranduba	43	4.087	0,91	28
04	Aquariquara Roxa	110	4.652	1,62	70
05	Ripeiro Preto	113	4.768	1,88	100
06	Abiurana Roxa	90	4.747	1,83	83
07	Macucu Murici	145	5.170	1,79	364
08	Ripeiro Vermelho	100	6.900	3,30	430
09	Pajurá Couepia	85	4.964	1,62	68
10	Abiurana Abiu	68	3.670	0,62	17
11	Matamata	83	4.120	1,20	33
12	Louro Preto	89	6.168	2,16	144
13	Matamata Preto Folha Amarela	73	4.583	1,25	33
14	Abiurana Vermelha	87	4.491	1,60	69
15	Uchi Amarelo	144	6.200	3,10	479
16	Ucuquirana Brava	114	5.500	2,35	291
17	Castanha Jacaré	80	5.466	1,47	54
18	Sucupira Chorona	115	4.100	0,97	41
19	Jarana Folha Miuda	97	4.440	1,40	48
20	Batinga	45	4.320	0,94	15
21	Jarana	39	3.763	0,62	23
22	Cupiúba	118	5.582	2,22	425
23	Pajura Licania	85	4.945	2,00	169
24	Maçaranduba Jacaré	88	6.520	2,68	225
25	Muirajibóia Amarela	78	4.670	1,78	81
26	Angelim Rajado	65	3.550	0,46	12
27	Abiurana Sapotaceae	85	3.712	0,86	21
28	Macucu de Sangue	84	4.432	0,95	30
29	Ucuuba Chico de Assis	73	6.155	2,53	492
30	Arabá Roxo	61	4.070	0,47	9
31	Seringa Itaúba	57	4.721	1,55	77
32	Inharé	80	4.177	3,10	22
33	Jaraí	72	3.515	0,58	34
34	Rosada Brava	96	5.120	1,89	61
35	Abiurana Olho de Veado	39	2.880	0,06	4
36	Amapa Roxo	96	8.592	4,25	709
37	Carrapatinho	102	5.050	1,70	107
38	Macucu Chiador	66	4.586	1,26	56
39	Uchi de Cotia	100	5.960	1,73	125
40	Piquiarana	62	2.880	0,00	7
41	Breu Vermelho	82	8.050	4,30	1.540
42	Micranda sp.	64	4.439	1,28	35
43	Muirapiranga	107	5.920	3,10	313
44	Eucalyptus	81	9.225	6,04	1.456

de 21 para todas as essências mais freqüentes do maciço. Adotando-se a classificação de J. Doat (1970), observa-se que as pastas variaram desde as consideradas "brandas" (n.º de KMnO₄ entre 10 e 15), passando pelas de dureza média (n.º de KMnO₄ de 15 a 25), chegando ao limite das extremamente duras com números de KMnO₄ superiores a 30.

As quantidades de álcali residual foram baixas, assim como os rejeitos não atingiram

a níveis proibitivos, com exceção da Aquariquara Roxa.

As características físico-mecânicas dos papéis obtidos revelaram que a maioria das madeiras apresentaram valores de resistência ao rasgo, que em termos relativos foram superiores aos verificados para a resistência à tração, confirmando a correlação realizada no estudo micrométrico entre o Índice de Feutragem e o Coeficiente de Flexibilidade, no sen-

tido de que quanto maior for o Coeficiente de Flexibilidade o material fibroso tem uma propensão para apresentar maiores resistências à tração do que do rasgo e o inverso se verifica para o Índice de Feutragem, isto é, quanto maior for o seu valor, os papéis obtidos revelarão valores mais elevados para o rasgo do que para a tração.

O estudo analítico dessas tabelas mostra que para as 43 essências a resistência em termos de Fator Rasgo variou de 39 a 144, com uma média para todo o maciço de 85. O Comprimento de Auto-Ruptura teve como valor mínimo 2880m e máximo de 8050m, com promédio de 5000m. Em relação ao Número de Estouro a média para as 43 essências mais freqüentes foi da ordem de 1,70 oscilando de zero a 4,30. Por outro lado os valores apresentados para as Dobras-Duplas foram extremamente heterogêneos, atingindo como menor valor 4, e como maior 1540, com uma média global de 170.

Comparando as 43 essências estudadas com a madeira-padrão definida em nossa metodologia, podemos fazer as seguintes observações:

a) Em relação aos rendimentos, 5% das 43 madeiras apresentaram valores superiores ao da madeira-padrão; 2% delas (representado por uma madeira, o Macucu Chiador) apresentou o mesmo valor; 35% deram resultados inferiores até 6 unidades ao valor do rendimento, (em relação a madeira de comparação) desde 6 até 12 unidades;

b) Quanto ao número de $KMnO_4$, observou-se que 9% das madeiras apresentaram valores inferiores ao Eucalipto; 2% (uma madeira, a Abiurana Vermelha) se equipalou ao padrão neste parâmetro; 26% das essências tratadas, forneceram resultados superiores ao do Eucalipto em até 5 unidades; quase a metade (42%) das pastas alcançaram valores maiores de até 10 unidades em relação ao termo comparativo; e que as nove madeiras restantes, que representam 21% do total, apresentaram os resultados mais altos com até 20 unidades acima do resultado verificado para a pasta do Eucalipto.

Em relação ao Álcali-Residual e a taxa de rejeitos sobre a madeira seca, os resultados obtidos pelas 43 essências são comparáveis aos do Eucalipto.

A análise comparativa das características dos papéis obtidos das pastas das 43 essências (Tabela n.º 8) com os apresentados pela pasta do Eucalipto, mostra que em relação à Auto-Ruptura, Estouro e Dobras-Duplas, são nitidamente inferiores; entretanto, em comparação ao Fator Rasgo, as madeiras do maciço florestal em enfoque, apresentaram valores mais relevantes ao observado pela madeira de comparação.

ESTUDOS DAS MISTURAS

O estudo das misturas (como definido na Metodologia, item 5.4) foi realizado sob dois enfoques distintos — teórico e prático.

No aspecto teórico, foi constituído dois tipos distintos de mistura — Mistura Fácil e Mistura Difícil —, com o objetivo de obter-se informações das qualidades extremas das pastas e dos papéis capazes de serem produzidos com as madeiras dominantes do maciço da Estrada Manaus-Itacoatiara. Apesar da importância teórica deste estudo, seu valor sob o ponto de vista prático é nulo no caso da Mistura Difícil (as dez madeiras que a constituem são sob muitos aspectos, as de características mais indesejáveis) e questionável no caso da Mistura Fácil — em decorrência da dificuldade que surgiria no suprimento a uma unidade de produção de grande porte, tendo em vista tanto os problemas de seleção na floresta e/ou no patio da fábrica, como ainda porque essa dezena de árvores representa somente 20,6% da tonelagem total do maciço em termos de madeira seca na floresta.

No enfoque prático, os três tipos de misturas permitem a hipótese de que seja possível tratar, com os parâmetros retidos, qualquer tipo de mistura provenientes do maciço, mesmo considerando aquelas essências que não foram computadas no inventário, tendo em vista as condições de cozimento utilizadas terem permitido o tratamento até das 10 essências de características menos favoráveis (Mistura Difícil).

Em contra-partida, a mistura representativa, constituída com a totalidade das 43 essências, pressupõe que cada uma dessas espécies tenha a probabilidade de ser coletada e chegar ao pátio da fábrica na mesma proporção em que se encontra na floresta.

MISTURA REPRESENTATIVA

Na constituição de Mistura Representativa entraram as 43 essências que apresentaram as maiores ocorrências em árvores por hectare, nos 137.000 ha inventariados, e que, ademais, constituem as espécies cujo total de indivíduos atingiu 50% do número de árvores encontradas, porque este é um dos critérios que melhor caracteriza um maciço florestal denso. Todas essas árvores possuem 25cm ou mais de diâmetro de fuste a altura do peito.

A quantidade com que entrou cada madeira na constituição de Mistura Representativa foi proporcional a sua tonelagem, determinada a partir da cubagem e conhecida a densidade de cada madeira, conforme pode ser vista na (Tabela n.º 9).

O tratamento em mistura representativa de uma parte significativa das espécies de um maciço florestal (no caso do maciço da Estrada Manaus-Itacoatiara a percentagem em volume representada pelas 43 essências foi de um pouco mais de 50%) parece ser o tipo mais racional de exploração de um maciço heterogêneo, para fins papeleiros. O fato da mistura comportar um grande número de madeiras não parece constituir problema para o suprimento de matéria-prima proporcionalmente homogênea para uma grande fábrica, pois a prática florestal aliada a estudos complementares permitirão conhecer todas as madeiras da região, deixando na floresta as essências indesejáveis ou eventualmente queimá-las como combustível. A rigor, poderão ocorrer alguns erros de identificação, mas isto não chegaria a ser grave dificuldade tendo em vista o grande número de essências.

Pode-se, portanto, esperar que as madeiras cheguem ao pátio da fábrica nas mesmas proporções que elas se encontram na floresta, ou seja, na proporção de mistura representativa.

Seria relevante observar ainda, que na constituição da mistura representativa do maciço florestal da Estrada Manaus-Itacoatiara, tão somente as duas essências (Macucu Chiodor e Abiurana Maçaranduba) que apresentaram as maiores quantidades de madeira em termos de peso seco por hectare, corresponderam sob este aspecto, a 27% da tonelagem total das 43 essências consideradas; enquanto que 7 delas correspondem a nada menos do que 51%.

MISTURA FÁCIL E MISTURA DIFÍCIL

Nas Tabelas n.ºs. 10 e 11 apresentamos as madeiras constituintes das misturas Fácil e Difícil.

Petroff (1971), nos estudos realizados sobre o maciço florestal de São Pedro — Costa do Marfim, realizou esses tipos de misturas em quantidades iguais de madeira. Divergindo um pouco dessa metodologia, conferimos às nossas misturas aspectos de proporcionalidade equivalente ao da Mistura Representativa, em razão de se poder esperar que as essências constituintes da Mistura Fácil, poderiam ser coletadas e utilizadas seletivamente para o suprimento de madeira a uma fábrica que viesse a utilizar esse tipo de mistura.

Por outro lado, a Mistura Difícil, da maneira como que foi constituída, teve como o mérito indicar as essências que poderiam ser deixadas na mata ou utilizadas para outros fins.

CARACTERÍSTICAS DAS PASTAS E DOS PAPEIS OBTIDOS COM OS TRÊS TIPOS DE MISTURAS

Nas Tabelas n.ºs. 12 e 13, apresentamos os estudos efetuados com os três tipos de misturas. Observa-se que a partir de 18% de NaOH em relação à madeira seca, já é possível obter pastas deslignificadas, com taxas de rejeitos não proibitivas. Analisando sistematicamente os parâmetros alcançados, verifica-se que o Número de Permanganato para os três tipos de misturas, nos diversos níveis de alcali aplicado, apresentou a seguinte variação: 33,4 a 36,3 para a Mistura Difícil; 29,5 a 33,5 para a Mistura Fácil e 26,9 a 35,4 para a Mistura Representativa. Nota-se uma tendência do

N.º de Permanganato da Mistura Representativa se distanciar dos resultados apresentados pela Mistura Difícil e se aproximar dos valores alcançados pela Mistura Fácil. Por outro lado o Índice de Permanganato elevado, em relação à madeira padrão (caracterizando uma maior dureza dessas pastas o que em termos de realização industrial desaconselharia a sua utilização) é relativo, uma vez que experiên-

cias anteriores têm mostrado que a transposição dos ensaios de laboratório para o plano industrial, confere às madeiras melhor deslignificação (resultando em vários pontos a menos para o N.º de Permanganato), isto devido a uma ação mais eficaz das lixívias de cozimento sobre os cavacos obtidos no picador do que nos trabalhados a mão (Petroff, 1971). Assim sendo, a um nível de soda de 18%, te-

TABELA N.º 9

DETERMINAÇÃO DE UMA MISTURA REPRESENTATIVA DA FLORESTA DA ESTRADA MANAUS-ITACOATIARA
(Informações contidas em um Inventário Florestal Piloto — In Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica — Volume 7).

N.º DE ORDEM	MADEIRA	M ³ /HA	DENSI-DADE	PESO SECO NA FLORESTA	MISTURA REPRESENTATIVA (% PARA AS 43 MADEIRAS)
01	Macucu Chiador	9,899	0,93	9,21	13,68
02	Abiurana Maçaranduba	8,526	0,99	8,44	12,70
03	Cardeiro	4,185	0,72	2,93	4,41
04	Abiurana Fedorenta	4,148	0,94	3,90	5,87
05	Micranda sp.	3,963	0,90	3,56	5,36
06	Matamatá	3,477	0,92	3,20	4,82
07	Ripeiro Vermelho	2,901	0,91	2,64	3,97
08	Macucu Murici	1,707	0,98	1,68	2,53
09	Aquariquara Roxa	1,637	1,13	1,85	2,73
10	Ucuuba Chico de Assis	1,496	0,98	1,47	2,21
11	Cupiúba	1,454	0,77	1,12	1,68
12	Abiurana Roxa	1,255	0,97	1,21	1,82
13	Ucuquirana Brava	1,227	1,04	1,28	1,93
14	Uchi de Cotia	1,222	1,00	1,22	1,82
15	Louro Preto	1,222	0,99	1,21	1,82
16	Rosada Brava	1,220	0,94	1,15	1,73
17	Abiurana Abiu	1,221	1,05	1,26	1,90
18	Muirapiranga	1,131	1,07	1,21	1,82
19	Pajura Licania	1,090	0,65	0,71	1,07
20	Jarana Folha Miuda	1,053	0,93	0,98	1,47
21	Breu Vermelho	1,049	0,57	0,60	0,90
22	Abiurana Vermelha	1,041	1,03	1,07	1,61
23	Batinga	1,028	0,85	0,86	1,29
24	Ripeiro Preto	0,980	0,98	0,96	1,44
25	Macucu de Sangue	0,970	1,03	1,00	1,51
26	Araba Roxo	0,940	0,98	0,92	1,38
27	Seringa Itaúba	0,922	0,72	0,66	0,99
28	Amapá Roxo	0,907	0,91	0,83	1,25
29	Maçaranduba Jacaré	0,855	1,35	1,15	1,73
30	Abiurana Sapotaceae	0,774	1,03	0,80	1,20
31	Sucupira Chorona	0,774	0,95	0,73	1,10
32	Matamata Preto Folha Amarela	0,772	0,96	0,74	1,11
33	Abiurana Olho de Veado	0,759	1,06	0,81	1,22
34	Piquiarana	0,753	1,01	0,76	1,14
35	Uchi Amarelo	0,699	0,91	0,64	0,96
36	Castanha Jacaré	0,568	0,93	0,61	0,92
37	Angelim Rajado	0,641	0,91	0,58	0,87
38	Pajura Couepia	0,571	0,86	0,50	0,75
39	Jarana	0,511	0,97	0,50	0,75
40	Jaraí	0,479	1,07	0,51	0,77
41	Muirajibóia Amarela	0,457	0,84	0,39	0,59
42	Inharé Folha Aspera	0,340	0,94	0,32	0,48
43	Carrapatinho	0,320	0,86	0,27	0,41
	Total para as 43 madeiras	71,214	—	066,44	99,94
	338 outras espécie do maciço	50,540	—	—	—
	Total Geral	121,750	—	—	—

riamos por exemplo para: Mistura Representativa = 16,5; Mistura Fácil = 14,7; Mistura Difícil = 18 e Eucalipto = 11,5.

Quanto ao rendimento depurado para os três tipos de mistura, seus valores se situaram sempre acima de 45% atingindo a cifra máxima de 51%. Contudo em idênticas condi-

ções de tratamento não chegaram de um modo geral a ultrapassar aos do Eucalipto.

Os álcalis residuais de cozimento apresentaram resultados normais e os rejeitos sobre a madeira seca, com exceção dos cozimentos efetuados a 16% e 17% de soda (para as misturas fácil e difícil) foram também

TABELA N.º 10
DETERMINAÇÃO DA MISTURA FÁCIL

N.º DE ORDEM	COLUNA	M	D	PS	P	PR
		M ³ /HA	DENSIDADE	PESO SECO	PERCENTUAL REPRESENTATIVO P/ AS 43 MADEIRAS	PERCENTUAL REPRESENTATIVO P/ AS 10 MADEIRAS = PxF (f = 4,842)
01	Cardeiro	4,185	0,72	2,93	4,41	21,402
02	Micranda sp.	3,963	0,90	3,56	5,39	26,098
03	Ucuuba Chico de Assis	1,496	0,98	1,47	2,21	10,708
04	Cupiúba	1,450	0,77	1,12	1,68	8,135
05	Louro Preto	1,222	0,99	1,21	1,82	8,764
06	Breu Vermelho	1,049	0,57	0,60	0,90	4,309
07	Abiurana Vermelha	1,041	1,03	1,07	1,61	7,844
08	Seringa Itauba	0,922	0,72	0,66	0,99	4,794
09	Abiurana Olho de Veado	0,759	1,06	0,81	1,22	5,762
10	Inharé Folha Aspera	0,340	0,94	0,32	0,48	2,237
	TOTAIS	16,427		13,75	20,66	100,053

CONSIDERAÇÕES :

- 1) O fator "f" = 4,842 é o quociente de 100 por 20,66, isto é, o percentual total representativo das 10 madeiras "fáceis" em relação à proporcionalidade de cada uma das 43 essências do maciço.
- 2) Com 16,427 m³/h, as 10 madeiras "fáceis" perfazem 23% da cubagem total do maciço.
- 3) Em termos Peso Seco na floresta, o concurso % das 10 madeiras "fáceis" é ligeiramente menor 20,6% da tonelage total do maciço.

TABELA N.º 11
DETERMINAÇÃO DA MISTURA DIFÍCIL

N.º DE ORDEM	COLUNA MADEIRA	M	D	PS	P	PR
		M ³ /HA	DENSIDADE	PESO SECO NA FLORESTA	PERCENTUAL REPRESENTATIVO P/ AS 43 MADEIRAS	PERCENTUAL REPRESENTATIVO P/ AS 10 MADEIRAS = PxF (f = 2,47)
01	Macucu Chiador	9,899	0,93	9,21	13,68	34,029
02	Abiurana Maçaranduba	8,526	0,99	8,44	12,70	31,592
03	Ripeiro Vermelho	2,901	0,91	2,64	3,97	9,875
04	Abiurana Roxa	1,255	0,97	1,21	1,82	4,527
05	Uchi de Cotia	1,222	1,00	1,22	1,82	4,527
06	Abiurana Abiu	1,221	1,05	1,26	1,90	4,726
07	Jarana Folha Miúda	1,053	0,93	0,98	1,47	3,656
08	Macucu de Sangue	0,970	1,03	1,00	0,51	3,756
09	Castanha Jacaré	0,658	0,93	0,61	0,92	2,288
10	Carrapatinho	0,320	0,86	0,27	0,41	1,019
	TOTAIS	28,025		26,84	40,20	99,995

TABELA N.º 12

MISTURA DIFÍCIL E MISTURA FÁCIL

CARACTERÍSTICAS DAS PASTAS CRUAS E DOS PAPÉIS OBTIDOS DE MISTURA DIFÍCIL (M.D.), DE MISTURA FÁCIL (M.F.) E DO EUCALIPTO (E) A VÁRIOS NÍVEIS DE NAOH/MADEIRA SECA NO COZIMENTO.

NÍVEL %		KNO ₃	RENDIM. DEPURA. %	ÁLCALI RESIDUAL g/l	REJEITO S/ MAD. SECA	RASGO A 45 S. R. g por 100 g/m ²	AUTO-RUPTURA M	ESTOURC kg/cm ² 100 g/m ²	DOBRAS DUPLAS
16	M.D.	36,2	49	0,00	9,00	71	3.434	0,74	31
	M.F.	33,5	45	0,09	4,67	131	5.900	1,71	186
	E	26,6	53	0,15	0,64	90	8.929	6,34	2688
17	M.F.	32,6	49	0,17	1,25	126	5.342	1,52	216
18	M.D.	36,0	51	0,08	0,95	81	4.253	1,40	49
	M.F.	29,5	47	1,52	0,58	120	6.634	2,66	749
	E	23,1	48	0,25	0,28	82	9.357	6,46	2441
20	M.D.	34,9	48	0,08	0,08	77	4.227	0,77	34
	E	11,9	51	0,13	0,03	80	8.810	6,06	2457
22	M.D.	33,4	48	0,04	0,06	93	4.607	4,98	44
	E	14,7	51	0,13	0,02	81	9.925	6,04	1456

TABELA N.º 13

MISTURA REPRESENTATIVA

CARACTERÍSTICAS DAS PASTAS CRUAS E DOS PAPÉIS OBTIDOS DA MISTURA REPRESENTATIVA E DO EUCALIPTO (E) A VÁRIOS NÍVEIS NO COZIMENTO DE UAOH/MADEIRA SECA

NÍVEL %		KNO ₃	RENDIM. DEPURA. %	ÁLCALI RESIDUAL g/l	REJEITO S/ MAD. SECA	RASGO A 45 S. R. g por 100 g/m ²	AUTO-RUPTURA M	ESTOURO kg/cm ² 100 g/m ²	DOBRAS DUPLAS
18	M.R.	33,0	48	0,19	0,38	114	4.888	1,33	181
	E	23,1	48	0,25	0,28	82	9.357	6,46	2.441
20	M.R.	35,4	47	0,23	0,60	83	4.688	1,50	101
	E	11,9	51	0,13	0,03	80	8.810	6,06	2.457
22	M.R.	30,5	48	0,25	0,07	86	4.730	2,08	92
	E	14,7	51	0,13	0,02	81	9.225	6,04	1.456
24	M.R.	26,9	46	0,25		90	5.330	1,87	131
	E	16,0	53	0,06	0,01	92	8.360	5,47	2.990

normais. Em relação às características físico-mecânicas dos papéis obtidos, nota-se que a tendência observada no estudo individual das madeiras, e das pastas de apresentarem uma maior resistência ao rasgo do que à tração se verificou igualmente para os três tipos de misturas. Observa-se também que os valores apresentados pela Mistura Fácil são superio-

res aos alcançados pela Mistura Difícil, ficando o da Mistura Representativa em posição intermediária, mas com uma tendência para se aproximar aos da Mistura Fácil.

No que diz respeito aos alvejamentos, cujos resultados apresentamos nas Tabelas n.º 14 e 15, verifica-se que o maior consumo de reagentes ocorreu com a Mistura Difícil, a des-

TABELA N.º 14

CARACTERÍSTICAS DAS PASTAS ALVEJADAS DAS MISTURAS E DOS PAPÉIS OBTIDOS FRENTE AOS VALORES PARA A PASTA ALVEJADA DE EUCALIPTO PROVENIENTE DO COZIMENTO A 22% DE NaOH S/ A MADEIRA SECA

NÍVEL DE COZIMENTO DA MADEIRA	PROCESSO DE ALVEJAMENTO	TEMPO DE REFINO P/ ATINGIR 45º S.R.	RASGO g PCR 100 g/m²	AUTO-RUPTURA M	ESTOURO kg/cm² 100 g/m²	DOBRAS DUPLAS	ALVURA "PHOTOVOLT" DA PASTA	KMnO ₄ DA PASTA CRUA
Mistura Represent. 18%	CEHH	16	58	3.653	0,31	5	78	33,0
	CEDPD	45	87	4.542	1,38	14	85	
Mistura Difícil 22%	CEHH	24	50	3.835	0,00	6	80	33,4
	CEDPD	19	79	4.729	0,99	11	88	
Mistura Fácil 16%	CEHH	37	96	6.565	0,00	—	66	33,5
	CEDPD	39	80	3.900	2,39	70	76	
Eucalipto 22%	CEHH	21	58	5)375	1,61	33	89	14,7
	CEDPD	18	62	5.026	2,40	90	94	

TABELA N.º 15

DEMANDA % EM REATIVOS EMPREGADOS NOS ALVEJAMENTOS DAS MISTURAS NAS VÁRIAS FASES DO PROCESSO

MISTURA	PROCESSO DE ALVEJAMENTO	1.ª: CLO-RAÇÃO	2.ª: EXTR. ALCAL.		3.ª: NaOCl/ClO ₂	4.ª F: NaO/H ₂ O ₂		5.ª: O ₂
			NaOH	H ₂ O ₂			H ₂ O ₂	
M.R. 18%	CEHH	6,3	4,0	—	5,0	0,7	—	—
	CEDPD	6,3	4,0	1,0	2,6	—	0,9	2,1
M.D. 22%	CEHH	8,2	4,0	—	5,9	0,9	—	—
	CEDPD	8,8	4,0	1,0	2,6	—	1,0	5,2
M.F. 16%	CEHH	6,2	4,0	—	4,1	0,6	—	—
	CEDPD	6,2	4,0	1,0	2,6	—	0,9	1,9
EUCALIPTO 22%	CEHH	4,8	2,2	—	1,7	0,3	—	—
	CEDPD	4,8	2,2	1,0	2,3	—	0,9	1,1

peito das condições mais drásticas empregadas na obtenção de suas pastas cruas. Por outro lado, o consumo de reagentes da Mistura Representativa sempre tende a se aproximar ao da Mistura Fácil.

Em termos de comparação com a madeira padrão, os valores obtidos para as três misturas são superiores, apresentando uma escala sucessivamente ascendente da Mistura Fácil para a Mistura Representativa e desta para a Mistura Difícil.

Em decorrência de não ter sido possível realizar os ensaios determinantes das qualidades das pastas através de seus parâmetros diretos (Grau de Polimerização e Índice de CoBRE), procuramos avaliá-las indiretamente por meio das qualidades dos papéis obtidos, cujo resultados estão consignados na Tabela n.º 14.

Em termos de degradação de celulose, o rompimento das cadeias demonstra ter sido maior para o Processo CEHH do que para o CEDPD, uma vez que ocorreu naquele processo uma queda maior nas resistências dos papéis fabricados com as pastas obtidas nos vários níveis de reagentes.

Em valores absolutos, os papéis alvejados da Mistura Fácil, em alguns pontos são superiores ao da Mistura Representativa, mas se distanciam bastante dos valores da Mistura Difícil. Em comparação com o Eucalipto, os resultados apresentados de um modo geral, são sensivelmente inferiores.

POTENCIALIDADE DA UTILIZAÇÃO MADEIREIRA DO MACIÇO DA ESTRADA MANAUS-ITACOATIARA SOB O PONTO DE VISTA CELULOSE

Considere-se o caso da implantação de uma fábrica de celulose que se defina pela utilização das madeiras do maciço florestal da Estrada Manaus-Itacoatiara.

Sabendo-se que a área inventariada de 137.000 ha. possui um volume total de madeira disponível de 14.020.580m³ (o que significa uma média de 102,34m³/ha.) e multiplicando esta cubagem pela densidade média ponderada das 43 madeiras, obtem-se de imediato 13.179.345 toneladas de madeira seca disponível. Admitindo um rendimento médio de 48% para a pasta depurada sobre a madeira seca e levando ainda em consideração uma dedução

de 10% para os resíduos em casca e perdas diversas, obtemos finalmente a quantidade de pasta alvejada que se poderia produzir com toda a madeira do maciço num tempo estacionário: 5.535.325 toneladas (ver Tabela n.º 16)

Dividindo-se essa quantidade de celulose pela produção anual de uma fábrica, tem-se o tempo em que o maciço da Estrada Manaus-Itacoatiara poderia suprir a demanda de matéria-prima, como pode ser visto na Tabela n.º 17.

TABELA N.º 16

CÁLCULO DA DISPONIBILIDADE DA MATÉRIA-PRIMA	
Maciço Florestal — Mata da Estrada Manaus-Itacoatiara	14.020.580 m ³
Volume de madeira disponível à pasta	137.000 ha.
Densidade média da madeira seca	0,94
Tonelagem disponível de madeira seca à fabricação de pasta	13.179.345 t
Casca e perdas diversas	10%
Rendimento pasta alvejada depurada madeira seca	48%
Tonelagem de pasta alvejada que se pode fabricar	5.535.325 t

TABELA N.º 17

TEMPO DE SUPRIMENTO EM MADEIRA DO MACIÇO DA ESTRADA MANAUS-ITACOATIARA PARA A PRODUÇÃO DE CELULOSE

CAPACIDADE DA FÁBRICA	TEMPO DE SUPRIMENTO ANOS
150.000 t/ano	36
300.000 t/ano	18
500.000 t/ano	11

CONCLUSÃO

O estudo isolado das 43 essências e das misturas levadas a efeito, confirma a presença de uma floresta heterogênea clássica, uma vez que se observa para cada característica, uma escala de resultados bastante diversos; sendo que essas características até chegam, em alguns casos, a ultrapassar as apresentadas pela madeira de comparação.

Pode-se afirmar que com 22% de NaOH e 2,2% de S (ou seja; 16,5% Na₂O e 3,5% Na₂S), com um patamar de 1h:30min é possível tratar qualquer tipo de mistura, sem correr o risco de obter taxas de rejeitos inconvenientes.

No conjunto, os ensaios realizados nos possibilitam fazer as seguintes conclusões:

a) O maciço é constituído por essências bastante densas;

b) As características micrométricas das fibras dessas madeiras estão dentro dos valores consignados para as folhosas, com ligeiras variações específicas;

c) Os resultados das análises químicas mastraram uma faixa de variação muito longa de uma espécie para outra;

d) Em que concerne às qualidades das pastas cruas e alvejadas, assim como às características dos papéis obtidos, pode-se admitir que apesar de alguns resultados encorajantes, faz-se mister que se pesquise uma outra área florestal, a fim de que se tenha uma base mais sólida de avaliação das potencialidades papeleiras das madeiras amazônicas.

AGRADECIMENTO

Os autores querem inicialmente expressar seu reconhecimento ao Dr. Paulo de Almeida Machado, ex-diretor do INPA, pelo apoio institucional que proporcionou a execução deste projeto. Desejam agradecer ao Dr. Georges Petroff pela orientação técnica, a Byron Albuquerque pela identificação das essências florestais e todos aqueles que, de maneira direta ou indireta, tornaram possível a realização desta pesquisa.

SUMMARY

Forty-three hardwood from a timber stand near Manaus are studied under the pulp and paper standpoint. Firstly, an analysis of the expansion of the worldwide pulp and paper industry is undertaken, as well as its evolution in Brasil. Then, there follows a retrospective examination of the main tentative efforts to utilize mixed tropical forests as a source of wood for the pulp and paper industry. Data are given on the botanical aspects of the region where the woods were collected and its forestry, on the evaluation of the bleached and unbleached pulps, considering both the individual species and their mixtures, as well as the characteristics of paper samples produced therefrom. Given are also data on the chemical analysis of the woods, and finally the micrometric results of fiber measurements.

BIBLIOGRAFIA CITADA

CARVALHO, W. A. T.

- 1970 — Tecnologia das matérias-primas celulósicas brasileiras. O papel, São Paulo 31:27-44.

CORRÊA, A. A. & RIBEIRO, E. B. P.

- 1972 — O Marupá como essência papeleira de reflorestamento. *Acta Amazonica*, Manaus, 2(3):83-91.

CORRÊA, A. A. ET ALII

- 1970 — Estudo papeleiro de madeiras da Amazônia. O Papel, São Paulo, 31:95-134.

DOAT, J.

- 1970 — Le Blanchiment des pates chimiques des Bois Tropicaux. *Bois et Forêts des Tropiques*, Nogent-sur-Marne, 132:47-68.

FAO

- 1954 — Preliminary result on the pulping of some Brazilian Tropical and Sub-Tropical Hardwoods. Rome. pag. irreg. illust.

LAUER, KARL

- 1958 — A study of Tropical Woods. III. Sulphate pulping of some Tropical Woods from the Amazon. *TAPPI*, New York, 41(7):337-339.

MELO, C. F. M. ET ALII

- 1971a — O "Para-Pará" e o "Amapá" como fontes de celulose para papel. *IPEAN*, Belém, sér.: *Tecnologia*, 2(3):11-24.

- 1971b — A Ucuúba como fonte de celulose para papel. *IPEAN*, Belém, sér.: *Tecnologia*, 2(2):11-29.

MOURA, FRANCISCO ITAMAR

- 1959 — Celulose e papel com essências da Amazônia. *Tecnologia*, Rio de Janeiro, 1(2):63-91.

OVERBECK, W.

- 1968 — Pastas celulósicas de madeiras da Amazônia. *Pub. Inst. Pesq. Tecnol.*, São Paulo, 828, 31p.

PETROFF, G.

- 1969 — Un Complexe Papetier au Brésil — Monte Alegre, Paraná. *Société Klabin. Bois et Forêts des Tropiques*, Nogent-sur-Marne, 123:37-45.

- 1971 — Étude Papetière des Bois de San Pedro (Côte d'Ivoire) II. Étude des mélanges de bois. Nogent-sur-Marne, CTFT. 126f. (mimeografado)

- 1972 — La production de cellulose dans les Pays de l'O.C.A.M. *Bois et Forêts des Tropiques*, Nogent-sur-Marne, 143:35-44.

RIBEIRO, E. B. P. & LUZ, C. N. R.

- 1973 — A *Trema Micrantha* como matéria prima para a produção de Celulose. *Acta Amazonica*, Manaus, 3(3):45-50.

RODRIGUES, WILLIAM

- 1967 — Inventário florestal piloto ao longo da Estrada Manaus-Itacoatiara, Estado do Amazonas: dados preliminares. *Atas Simp. sobre Biota Amaz.*, 7 (Cons. da Natur. e rec. nat.) :257-267.

- SUDAM — Estudo da viabilidade da exploração industrial da Mata Amazônica na Região do Curuá-una. Belém, 120f. (mimeografado).